

TABLERO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA DOMÓTICA EN EL
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LA
COSTA, UTILIZANDO EL ENTORNO DE PROGRAMACIÓN DE LABVIEW.

GUSTAVO ANDRÉS CORTÉS ORTÍZ
VICTOR ALFONSO MENDINUETA GAMEZ
HENRY JESÚS TAMAYO CABRERA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

DIRECTOR Y ASESOR DEL PROYECTO
MG. RUBÉN DARÍO SÁNCHEZ DAMS
MG. FARID MELENDEZ PERTUZ
INGENIERO ELECTRÓNICO

UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BARRANQUILLA

2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla 13 de octubre de 2015

DEDICATORIA

Se lo dedicamos a Dios que es el autor de esta obra, que fue hecha por nuestras manos pero que al final todo lo hizo Él.

Toda la gloria para Dios.

AGRADECIMIENTOS

A mis Profesores y tutores (Ingenieros Rubén Sánchez y Farid Meléndez) quienes con su gran empeño y dedicación nos dieron todo su apoyo sin desistir en ningún momento, sin importar que en ocasiones hubo momentos en los que descuidamos el proceso, ellos siempre estuvieron presente insistiendo para que culmináramos dicho proyecto, fuera cual fuera los motivos de nuestras faltas.

A mis compañeros de estudio y tesis (Gustavo Cortés y Victor Mendinueta) que dieron todo lo mejor de sí para que juntos pudiéramos presentar y obtener grandes elogios, a pesar de las situaciones adversas que durante elaboración de la tesis surgieron.

A mis familiares que colocaron plenamente su confianza en mí, para que con mi esfuerzo y con fe en Dios lograra sacar mi carrera adelante, sin tener en cuenta todos los momentos difíciles que representaron en el transcurso de la misma. Hoy en día reconozco en con empeño, dedicación y perseverancia y con ayuda de Dios podemos alcázar muertos sueños.

Henry Jesús Tamayo Cabrera

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la sabiduría e inteligencia para lograr esta meta, sin Él no lo hubiera logrado, y por otra oportunidad de obtener otro triunfo personal.

A mi amada madre Marina Ortiz y mi padre Buenaventura Cortés, siempre tan incondicionales, gracias por siempre estar estos años de estudio al lado mío. Gracias por sus oraciones que me ayudaban en seguir adelante. A mis hermanas Mayra y Belisa Cortés por estar apoyándome a hacer un profesional.

A Karina Seña por creer en mí, con tus palabras de ánimo me ayudaron a salir adelante y terminar este trabajo.

A mis familiares que siempre creyeron en mí y que de una u otra forma ayudaron a lograr este triunfo.

A la Universidad de la Costa por haberme aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas para estudiar mi carrera y a todo su personal que labora en ella.

A los asesores de proyecto de la universidad, mis amigos e ingenieros Rubén Sánchez y Farid Meléndez, por su apoyo, colaboración, su gran paciencia y por haber creído en nosotros.

A todos mis profesores de la carrera que con sus conocimientos ayudaron a formarme académicamente.

Al profesor Jorge Cárdenas, gracias ingeniero por ayudarme y colaborarme en mis inquietudes, por sacar tiempo y dedicación en explicarlas. A los ingenieros de mi facultad los profesores Gabriel Piñeres, Ronald Zamora, Heyder Páez, Andrés Torres, Narciso Castro, Heiner Castro, Carlos Ballén, Javier García, Elkin Travededo, Alfonso Ortiz, solo gracias a cada uno de ustedes que de una u otra forma ayudaron en mi proceso como ingeniero electrónico, gracias otra vez más.

A mis compañeros y amigos de proyecto de grado, Victor Mendinueta y Henry Tamayo. Gracias por apoyarnos mutuamente en la culminación de este proyecto.

A mi iglesia Adventista del Séptimo día Peniel del Norte por sus oraciones constantes para que yo saliera victorioso en mi presentación de proyecto. A mis amigos que hice en la CUC que creyeron en mí y animaron a finalizar una de mis metas.

Dios bendiga a todas aquellas personas que contribuyeron a lograr este triunfo.

Gustavo Andres Cortes Ortiz

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento y la gloria es para Dios que hizo todo este trabajo de grado, me dio la fuerza, la inteligencia, la paciencia para terminar. La Virgencita por su maternal amor que me acompañó y sus oraciones. Mis padres que apostaron mucho y me apoyaron en este caminar (económicamente, como moral).

Agradezco mucho a los ingenieros Rubén Sanchez, Farid Melendez, Gabriel Piñeres, Ronald Zamora, José Simanca, Jorge Cárdenas, Heyder Páez y otros muchos más que me acompañaron en toda la carrera y me enseñaron y me dieron lecciones de vida.

Agradezco a los amigos Ángel, Zhoe, Héctor, Marcial, Andrea, Gustavo (sus padres) y Henry que siempre estuvieron pendiente, me ayudaron, me dieron consejo, techo para dormir y otros muchos más que me ayudaron que si no están sus nombres acá no es porque no sean importante sino que son muchos.

Gracias a todos y Dios los bendiga.

Victor Alfonso Mendinueta Gamez

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE ANEXOS	15
GLOSARIO	16
INTRODUCCIÓN.....	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN.....	27
3. OBJETIVOS.....	30
3.1. Objetivo general	30
3.2. Objetivos específicos	30
4. DELIMITACIONES DEL TEMA.....	31
4.1. Delimitación temporal	31
5. MARCO DE REFERENCIA.....	32
5.1. Antecedentes.....	32
5.1.1. Historia.....	32
5.1.2. Domótica en el mundo.....	32
5.1.3. La domótica en Colombia	33
5.2. Marco conceptual	35
5.2.1. Sistema de control	35
5.2.2. Topología de la red.....	37

5.3.	Marco teórico.....	40
5.3.1.	¿Qué es la domótica y la inmótica?.....	40
5.3.2.	Característica de la domótica	41
5.3.3.	Aplicaciones de los sistemas domóticos.....	42
5.3.4.	Elementos constitutivos de un sistema domótico	43
5.3.4.1.	Unidad de control	43
5.3.4.2.	Dispositivos de entrada	45
5.3.4.3.	Dispositivos de salida	51
5.3.4.4.	Cámara web	53
5.3.4.5.	Medio de transmisión	53
5.4.	Plataforma de desarrollo Labview	56
5.4.1.	Historia de las versiones de <i>Labview</i>	57
5.4.2.	Entorno.....	59
5.5.	Tarjeta de adquisición de datos	62
5.5.1.	Especificaciones y características.	64
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	68
6.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	68
6.2.	Método de investigación	69
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
7.1.	Recolección de la Información	72
7.1.1.	Ubicación de los dispositivos en el tablero	73
7.1.2.	Plano de riesgo de la edificación.....	75
7.1.3.	Colocación de los sensores	78

7.1.4.	Interfaz para el manejo del tablero domótico.....	79
7.2.	Diseño de las tarjetas electrónicas y programas en Labview.	87
7.2.1.	Tarjeta de control de luz interna y ventilador.....	87
7.2.2.	Consumo eléctrico.....	90
7.2.3.	Cámara de seguridad.....	92
7.2.4.	Tarjeta para censar la temperatura	93
7.2.5.	Tarjeta de control de cargas	94
7.3.	Definición metodológica de los instrumentos encuesta y entrevista.....	96
7.3.1.	Objetivo de la encuesta	96
7.3.2.	Objetivos específicos del proyecto a los que apunta la encuesta	97
8.	CONCLUSIONES	125
9.	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXO A.....	130
	ANEXO B.....	166
	ANEXO C.....	184

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de las diferentes versiones de Labview.....	57
Tabla 2: Especificaciones generales	64
Tabla 3: Entradas analógicas USB-6009.....	64
Tabla 4: Salidas analógicas	65
Tabla 5: Entradas/salidas digitales	66
Tabla 6: Voltaje externo	66
Tabla 7: Características físicas.....	66
Tabla 8: Metodología del proyecto.....	70
Tabla 9. Lista de necesidades	72
Tabla 10. Lista de sensores	74
Tabla 11. Lista de actuadores	74
Tabla 12. Resumen del diseño de la encuesta	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Demanda sectorial de energía eléctrica del SIN	23
Figura 2. Comportamiento De La Demanda Mensual De Energía	24
Figura 3. Arquitectura centralizada	36
Figura 4 Arquitectura distribuida	36
Figura 5. Topología estrella	37
Figura 6. Topología Anillo	38
Figura 7. Topología de Bus	38
Figura 8. Topología de árbol.	39
Figura 9. Diagrama de un micro-controlador.....	43
Figura 10. Tipos de señales	45
Figura 11. Sensor de humo	46
Figura 12. Sensor magnético.	47
Figura 13. MQ2	48
Figura 14. Lugar donde se debe instalar el sensor de gas	48
Figura 15. Sensor de Gas	48
Figura 16. Sensor de presencia	49
Figura 17. Fotocelda o fotoresistencia	50
Figura 18. Sensor de corriente (no invasivo)	51
Figura 19. Lámpara halógena	52
Figura 20. Sirena	52
Figura 21. Electroválvula de agua	53
Figura 22. Cámara Web	53
Figura 23. Cable par trenzado.....	54
Figura 24. Cable coaxial	55
Figura 25. Fibra Óptica	55
Figura 26. Ejemplo de un Panel Frontal	59
Figura 27. Ejemplo de Diagrama de bloques	60

Figura 28. Paleta de control.....	61
Figura 29. Paleta de funciones	62
Figura 30. Tarjeta de adquisición	63
Figura 31. Ubicación de los dispositivos	73
Figura 32. Conexiones de la tarjeta usb6009	75
Figura 33. Plano de riesgo de la edificación	77
Figura 34. Sistema domótico centralizado	78
Figura 35. Plano de ubicación de los sensores.....	79
Figura 36. Pantalla principal de la interfaz de usuario	80
Figura 37. Pestaña de la visualización del consumo eléctrico.....	81
Figura 38. Pestaña para control de cargas.....	82
Figura 39. Pestaña cámara de seguridad	83
Figura 40. Pestaña de configuración	84
Figura 41. Configuración del correo electrónico	84
Figura 42. Pestaña de configuración del despertador	85
Figura 43. Código del despertador.....	85
Figura 44. Pestaña de configuración de la alarma	86
Figura 45. Circuito de control de luz interna y ventilador.....	88
Figura 46. Placa de control de luz interna y ventilador	88
Figura 47. Código para el control de la velocidad del ventilador.	89
Figura 48. Parte del código general donde se controla la iluminación. .	89
Figura 49. Señal de la fotocelda interior recibiendo luz	90
Figura 50. Señal de la fotocelda interior sin recibir luz	90
Figura 51. Código de las salidas de medición del consumo eléctrico	91
Figura 52. Código de medición del consumo eléctrico	91
Figura 53. Señal de voltaje.....	92
Figura 54. Señal de corriente.....	92
Figura 55. Código para toma de fotos de la cámara	92

Figura 56. Circuito con lm35.....	93
Figura 57. Placa del sensor de temperatura.....	94
Figura 58. Circuito de control de carga	95
Figura 59. Placa de control de cargas	95
Figura 60. Código del panel de control de carga.....	96

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	131
ANEXO B	166
ANEXO C	184

GLOSARIO

ARMAR: se utiliza para poner en funcionamiento el sistema de seguridad o alarma.

BUTANO: es un hidrocarburo liberado en la fermentación de las mantecas rancias, de ahí su nombre. También llamado n-butano, es un hidrocarburo saturado, parafínico o alifático, inflamable, gaseoso que se licúa a presión atmosférica a $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, formado por cuatro átomos de carbono y por diez de hidrógeno, cuya fórmula química es C_4H_{10} .

CEBUS: abreviatura de *Consumer Electronics Bus*, también conocido como EIA -600, es un conjunto de normas eléctricas y protocolos de comunicación para dispositivos electrónicos para transmitir órdenes y datos.

DOMÓTICA: es el Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.

INMÓTICA: es la integración de tecnologías domóticas aplicadas al control y automatización de las edificaciones del sector terciario o industriales (oficinas, edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares), de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones.

Gwh: es una medida de energía eléctrica equivalente a la que desarrolla una potencia suministrada de un gigavatio durante una hora.

LABVIEW: (acrónimo de *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico.

LONWORKS: (*local operating network*) es una plataforma de red creado específicamente para satisfacer las necesidades de las aplicaciones de control. La plataforma está construida sobre un protocolo creado por *Echelon Corporation* para los dispositivos de red a través de medios tales como par trenzado.

PIC: es una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc.

PC: sigla en inglés de personal computer es un tipo de microcomputadora diseñada en principio para ser utilizada por una sola persona a la vez.

PROURE: programa de uso racional y eficiente de energía y demás formas de energía no convencionales.

URE: (Uso Racional y Eficiente de Energía).

X10: es un protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos, que utiliza la línea eléctrica (220V o 110V) preexistente, para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar (domótica) en formato digital.

PROPANO: es un gas incoloro e inodoro. Pertenece a los hidrocarburos alifáticos con enlaces simples de carbono, conocidos como alcanos. Su fórmula química es C_3H_8 .

INTRODUCCIÓN

según el diccionario de la real academia española (RAE) la domótica es el “conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda” [1]. También se puede encontrar el término inmótica que engloba la integración de tecnologías domóticas aplicadas al control y automatización de las edificaciones del sector terciario o industriales, como son hospitales, hoteles, universidades, edificios residenciales, oficinas, y centros comerciales. El ingeniero electrónico desarrolla estos sistemas domóticos. Los sistemas domóticos tienen los subsistemas de confort, seguridad y de gestión energética. Los subsistemas se componen de controladores, sensores y actuadores. El concepto de domótica nació en los años setenta en Francia con la palabra “domotique” que hace referencia al progreso conjunto de tres áreas de la tecnología que son informática, electrónica y telecomunicaciones [2].

Las aplicaciones de la domótica buscan brindar beneficios a corto y largo plazo en ahorro económico, bienestar y prevención de riesgos domésticos. Las aplicaciones aprovechan eficientemente los recursos naturales como la luz solar y el acondicionamiento del ambiente [3].

El grupo de investigación de desarrollo y aplicaciones en Telecomunicaciones e Informática (GIDATI) del Centro de Desarrollo Empresarial de la UPB (Universidad Pontificia Bolivariana) realizó una investigación sobre el conocimiento que tienen las personas acerca de la domótica [4]. Las encuestas se realizaron en Santa fe de Bogotá, Barranquilla y Medellín orientado a una población mayor de edad y perteneciente a los estratos socio económicos 4, 5 y 6. El grupo encontró

que el 77% de la población desconoce la temática de la domótica, pero le parece interesante. De lo anterior se infiere que las personas no tienen la posibilidad de adquirir los productos domóticos debido a su desconocimiento. Según el libro "*Domótica e inmótica. Viviendas y edificios inteligentes. 2ª edición*" la publicidad no es suficiente para que la población conozca los beneficios y adquieran los sistemas domóticos [5].

En esta investigación se presenta el diseño e implementación de una solución domótica para abordar las necesidades de conservación ambiental, ahorro económico y seguridad en el hogar. Estas necesidades se abordarán con un enfoque educativo. El proyecto da a conocer la domótica con las alternativas que brindan los periféricos del sistema. La finalidad del proyecto es diseñar un tablero didáctico que simule un sistema domótico residencial, denominado Tablero Domótico. Con lo anterior se pretende mejorar la didáctica en el área de automatización y control en el programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa CUC.

Se seleccionaron los productos de la empresa National Instrument dedicada a diseño y producción de software y hardware para el desarrollo de este proyecto. Se utilizó el software Labview para el manejo de variables y el diseño de la interfaz. Labview "es una plataforma de programación gráfica que ayuda a ingenieros a escalar desde el diseño hasta pruebas y desde sistemas pequeños hasta grandes sistemas" [6]. Para la adquisición de datos, manejo y monitorización de los periféricos electrónicos se utilizó la tarjeta USB-6009. La tarjeta de adquisición se conecta a un computador que ejecuta instrumentos virtuales desarrollado

en *Labview denominados VI*. A continuación se describen los módulos que conforman el sistema domótico.

- **MÓDULO DE GESTIÓN ENERGÉTICA:** La finalidad de este módulo es reducir el consumo de energía, sin afectar el estilo de vida en la vivienda. Esto se logra monitoreando el consumo energético y controlando eficientemente las cargas del hogar.
- **MÓDULO DE SEGURIDAD:** Este módulo es el encargado de alertar al usuario sobre instrucciones y riesgos en la vivienda. El módulo proporciona tranquilidad en cuanto a la seguridad de los bienes y de las personas que habiten la vivienda.
- **MÓDULO DE CONFORT:** Con él se busca que el usuario mejore su calidad de vida y bienestar en la vivienda. En este sentido, el sistema posee un control de luminosidad y de temperatura para adaptar la iluminación y temperatura del ambiente propiciando que sea agradable.

En el resto del documento se desarrollan y describen las diferentes etapas y módulos. Se describen los aspectos técnicos de la programación de la interfaz y de los periféricos que conforman el sistema.

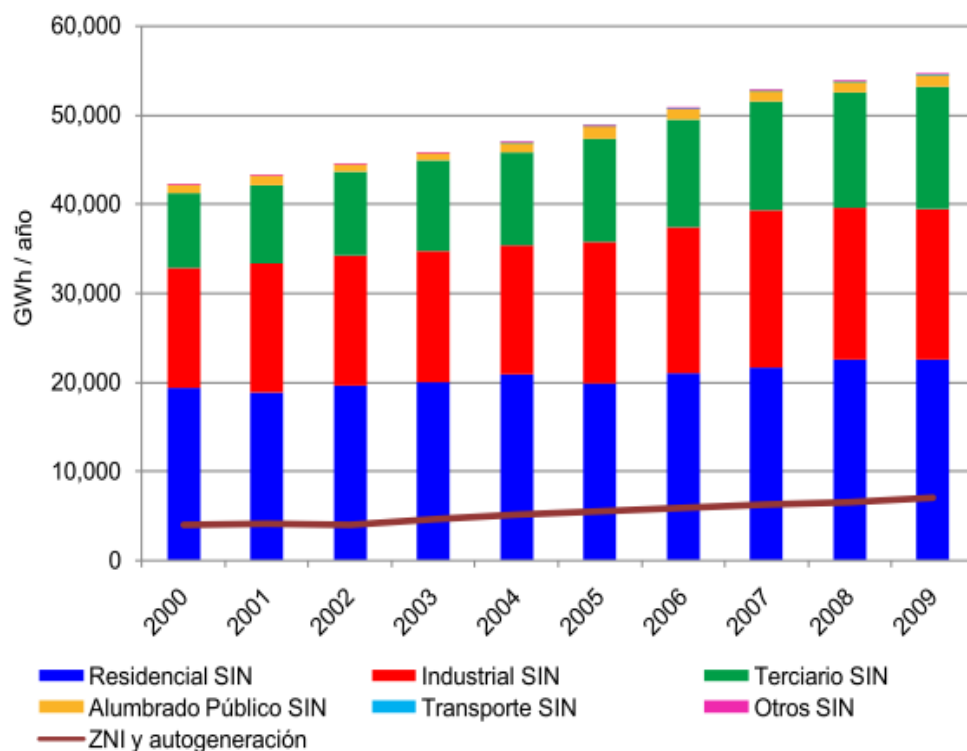
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, debidos a cambios climáticos, el medio ambiente ha experimentado alteraciones, temperaturas altas y bajas, escasez de lluvias o exceso de ellas. El periódico "El Tiempo" en su publicación "Crisis por clima: guajiros y samarios, azotados por falta de lluvias" da un ejemplo de ello en Colombia. En el artículo se describe que los municipios estuvieron en estado de calamidad pública por falta de agua [7]. En Colombia se están presentando sequías y altas temperaturas. El noticiero RCN en su reportaje titulado "Ríos secos y altas temperaturas por la sequía en la Costa Caribe" muestra que mientras el calor azota el norte del país, en el Huila las lluvias obligaron a abrir las puertas de la represa de Betania [8].

Por otra parte, La generación de energía eléctrica producida por la quema de petróleo, carbón o gas (combustibles fósiles) produce contaminación. Estas quemas emiten gases de efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono, CO₂), contribuyendo al calentamiento global [9]. Los resultados del mal manejo de los recursos naturales han llevado a que se busquen alternativas que ayuden a conservarlos. Por esto los gobiernos han propuesto "programas de uso racional de energía" (PROURE). Estos programas propician proyectos que favorecen el desarrollo económico y generan mejores condiciones sociales y ambientales para la población colombiana. Los proyectos PROURE se han enfocado los últimos años en países como Brasil, México, Perú y Colombia [10].

En Colombia según el informe del Sistema Interconectado Nacional (SIN), el sector residencial para 2009 constituía el 41.2% del total del consumo energético del país, seguido del sector industrial con 30.9% y del sector terciario con el 25.0% [11]. En la Figura 1 se puede evidenciar todos los sectores el incremento de la demanda energética y ver que el sector con más demanda es la residencial.

Figura 1. Demanda sectorial de energía eléctrica del SIN

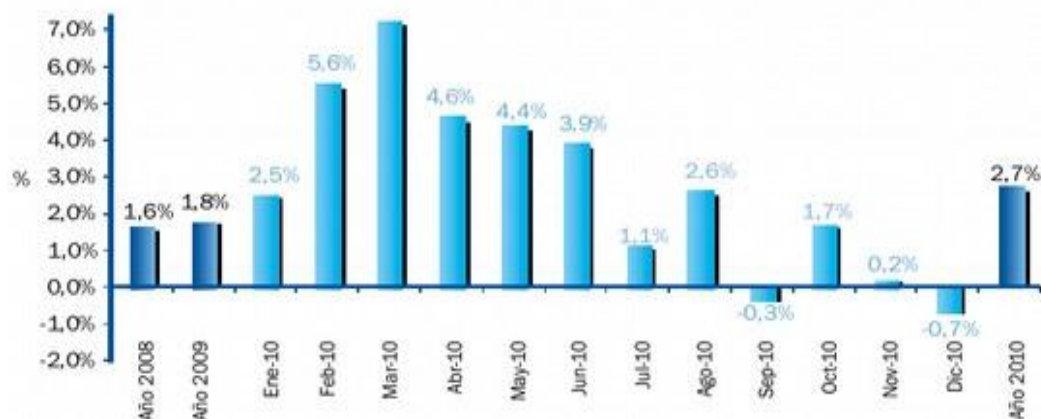


Fuente: SUI y XM – Expertos en Mercados. Cálculos: UPME

En otros informes del 2010 del Sector energético del ministerio de minas y energía, muestran que la demanda de energía eléctrica en Colombia alcanzó 56.147,6 GWh, con un crecimiento de 1.468,7 GWh. Esto debido al incremento de la demanda en gran medida, a los altos consumos en el sector residencial (mercado regulado) en los primeros meses de 2010,

que fue resultado de las altas temperaturas en nuestro país, a causa en gran parte al fenómeno del Niño, y a la recuperación de la crisis económica de 2008-2009. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la demanda del año 2008, 2009 y los meses del 2010, en el cual se evidencia el incremento de 2,7% más que en 2009 que fue de 54.678,9 GWh [12].

Figura 2. Comportamiento De La Demanda Mensual De Energía



Fuente: "Sector energético" del ministerio de minas y energía en 2010 [12]

La Figura 2 fue tomada del informe "Sector energético" del ministerio de minas y energía en 2010 [12]. Por lo tanto, se concluye que los cambios atmosféricos y la economía mundial afectan el consumo de energético de un país.

De lo anterior expuesto, los cambios climáticos han afectado nuestro modo de vivir, el confort, y la economía del hogar. Esto ha conllevado que en las edificaciones como establecimientos comerciales, casas y edificios, necesiten de un mayor consumo de energía eléctrica para mantener su nivel de confort y de sus actividades económicas. El desconocimiento

sobre el uso racional de la energía eléctrica y la falta de planeación del tiempo de uso eficiente de los electrodomésticos y luminarias, lleva a un desperdicio energético. Esto conlleva a un uso ineficiente del recurso energético y a una mala gestión del gasto.

Otros de los problemas es la inseguridad en las viviendas. Los robos a domicilios mayormente son realizados en el tiempo en que la vivienda se encuentra deshabitada. A menudo las casas quedan solas porque sus habitantes trabajan o salen de viaje. En las noticias se pueden encontrar muchos casos de robos a domicilios. Según el reportaje que hizo el periódico "EL TIEMPO" titulado "Cada dos horas se presenta un robo de casa en Bogotá" hay en "Bogotá 2.829 robos a casas (uno cada dos horas), cifra que, sin embargo, es inferior en un 20 por ciento frente a la registrada en 2011 para la misma época, cuando se habían cometido 3.520 casos similares" [13].

Igualmente, también existen otros riesgos en las viviendas que pueden afectar la vida de las personas, como por ejemplo una fuga de gas. Ejemplo de esto es el caso presentado el 11 de mayo del 2015 en una vivienda de Manizales. Una fuga de gas que causó una explosión donde una persona de la tercera edad resultó herida con quemaduras de tercer y cuarto grado [14].

Por lo citado anteriormente se evidencia la importancia, de la domótica como rama en la línea de profundización de automatización y control. Aunque no existía en el programa académico de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa. Para poder vincular la domótica se necesitan recursos que acerquen al estudiante a las necesidades que hay en los

hogares y desarrollen así las competencias para abordarlas. Entre estos recursos, la Institución cuenta con la plataforma de Labview, que ayuda al diseño de una amplia variedad de aplicaciones. Pero aún se necesitan los recursos que permitan visualizar los actuadores y sensores de estas aplicaciones como el tablero de simulación desarrollado.

De lo anteriormente expuesto, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo se podría abordar el aprendizaje didáctico sobre el funcionamiento de los sistemas domóticos en los estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa?

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, un sistema domótico brinda muchos beneficios, ya que aportan múltiples funciones para la vida cotidiana de las personas, como para el medio ambiente. En las edificaciones, un sistema de ahorro de energía eléctrica, un sistema de confort y seguridad facilitan mejor el control de elementos de un hogar. Los usuarios al buscar un mayor confort y comodidad, se han dado cuenta de que el precio de la energía eléctrica aumenta, los electrodomésticos son más costosos y que el medio ambiente presenta alteraciones climáticas.

De acuerdo a lo anterior se crean sistemas domóticos con el objetivo de implementar soluciones que mejoren eficientemente el consumo, el control de la climatización, la regulación de la temperatura del entorno, el encendido y el apagado de la luminaria por detección de presencia, la desconexión automática de equipos eléctricos, programación eficientemente en el control de las cargas y la monitorización del consumo eléctrico. Por otra parte tenemos la seguridad, que busca asegurar la integridad de las personas y los bienes materiales. Un sistema de seguridad tiene la finalidad de alertar al usuario de cualquier riesgo o intrusión de una alguna persona.

Los sistemas domóticos también proveen información de variables que ayudan al análisis y monitorización. Como resultado los usuarios con esta información pueden saber que están gastando y donde pueden ahorrar. Porque una de las metas del sistema es que el usuario entienda cómo está funcionando todo en su hogar y tomar decisiones acertadas. Con esta

tecnología por ejemplo se podría saber cuánta energía eléctrica está consumiendo en un día, mes o año.

El entorno que se ha elegido para el desarrollo del trabajo de investigación es el educativo. En la universidad se está generando nuevos conocimientos y los estudiantes están construyendo soluciones a las necesidades actuales. Por lo tanto, en cualquier área del saber es importante que los fundamentos teóricos sean reforzados para lograr la aprehensión de los conceptos. Esto solo se consigue llevando la teoría impartida y la investigación a un entorno práctico. Uno de los elementos de la educación que más aporta al mencionado componente práctico son los laboratorios. Este se define como un espacio o lugar físico, el cual consta de dispositivos, instrumentos y elementos de medición donde se desarrollan actividades académicas y/o de investigación, pudiendo o no acondicionar características de un entorno real de acuerdo al tipo de experimentación [15].

Un tablero didáctico para la enseñanza de la domótica ayudaría a reforzar los temas relacionados con sistemas automatizados que se imparten en los semestres séptimo y octavo del programa de ingeniería electrónica de la CUC. En el programa las competencias de automatización están dirigidas al entorno industrial, es por esto que con este tablero se ampliará el área de estudio. A los docentes por medio del uso de esta herramienta, se les facilitará la cátedra a través del desarrollo de prácticas de laboratorio. Además un tablero domótico apoyado con un entorno de programación gráfico beneficiaría al desarrollo de habilidades y destrezas que el estudiante necesita para enfrentar a un mercado en crecimiento y a un clima cambiante.

En la universidad estos tipos de proyectos de investigación se hacen necesarios, porque aportan nuevos instrumentos para el aprendizaje. Además se convierten en programas pilotos que ayudan a la competitividad de la universidad y los estudiantes se hagan partícipes en el mejoramiento del programa de ingeniería electrónica.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema didáctico para la enseñanza de la domótica en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de la Costa, utilizando el entorno de programación de Labview.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables de monitorización y control de un sistema domótico y la tecnología necesaria para su utilización.
- Desarrollar el tablero didáctico de acuerdo a las variables de monitorización y control identificadas.
- Implementar un software de supervisión para controlar el tablero autónomo.
- Verificar el tablero didáctico como recurso para el aprendizaje de la domótica con miembros del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa.

4. DELIMITACIONES DEL TEMA

4.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación tuvo un tiempo aproximado de duración de doce meses.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. ANTECEDENTES

5.1.1. Historia

El desarrollo de la tecnología a la informática y las comunicaciones (TIC), ha llegado prácticamente todos los ámbitos de la vida. El hombre siempre ha buscado mejorar su habita, es por eso que los avances tecnológicos se han visto en los hogares. Los hogares comenzaron a crecer y llega la necesidad de mejorar en el modo de vida, entonces la tecnología empieza a invadir y facilitar los quehaceres domésticos, las comunicaciones, el procesamiento de información, y el trabajo [16].

El diccionario francés integró la palabra "domotique" en 1998. El concepto hizo referencia al progreso conjunto de tres áreas de la tecnología (informática, electrónica y telecomunicaciones). El origen de la palabra domotique viene del latín, donde "domus" deriva de la raíz "domo" que quiere decir casa y de la palabra francesa "informatique" que traduce informática [17].

5.1.2. Domótica en el mundo

La desarrolló de los productos en la rama de la domótica comenzó a finales de los años 70 [5]. A finales de los 70 se comenzaron a crear

protocolos para mejorar la comunicación entre los dispositivos, “un grupo de investigadores de la empresa Escocesa Pico Electronics Ltd. desarrollaron el protocolo X10, los países donde más se ha desarrollado este protocolo han sido Estados Unidos y Japón” [18]. En los hogares de hoy en día, se pueden adaptar tecnologías para solucionar las necesidades o requisitos de cada individuo [5].

5.1.3. La domótica en Colombia

La domótica en Colombia ha tenido un crecimiento lento debido a factores culturales. En Colombia se piensa que los beneficios que ofrece esta tecnología resultan ser muy costosos y que solo los multimillonarios o personas de altos ingresos pueden acceder a ella [4]. Según el artículo del 2010 en el diario El Tiempo la temática va tomando relevancia: “la automatización de los espacios es un tema que cada día va cobrando más fuerza, no solo porque tiene un ingrediente tecnológico del cual nadie puede ser ajeno, sino porque está creada para facilitar la vida y generar ahorros importantes que incluso tienen efectos visibles en el medio ambiente” [19].

En Colombia la inmótica ha tenido mayor penetración en las empresas constructoras. Estas empresas ven en la inmótica un valor agregado que ayuda a vender sus inmuebles, ya que el valor del edificio aumenta por la implementación de estos sistemas. Como ejemplo se tiene centros comerciales, oficinas, bancos, universidades, hospitales, clínicas y casas campestres de estratos económicos altos [20].

Las empresas locales están trabajando en soluciones en la parte de la domótica, en acompañamiento de entidades como el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), BID (Banco Interamericano de Desarrollo), Presidencia de la República, Colciencias y universidades; facilitando la inversión necesaria para generar empresas en este campo. El gobierno está interesado en esta tecnología por los beneficios obtenidos en la parte del ahorro energético. El Ministerio de Minas y Energía está impulsando el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales [21].

En Colombia se considera que puede existir un gran mercado para estas tecnologías, debido a la dinámica del crecimiento de construcciones y por los planes del gobierno, que incluyen el acceso a Internet a todos los estratos y municipios que no lo posean¹. La domótica va encaminada con las legislaciones del país. Por ejemplo “La Constitución Política de Colombia en su artículo 80, establece que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, dispone que deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados” [22].

1 Ver el informe de gobierno nacional de Colombia:
<https://sinergia.dnp.gov.co/SISMEG/Archivos/PND2010-2014%20Tomo%20I%20CD.pdf>

5.2. MARCO CONCEPTUAL

5.2.1. Sistema de control

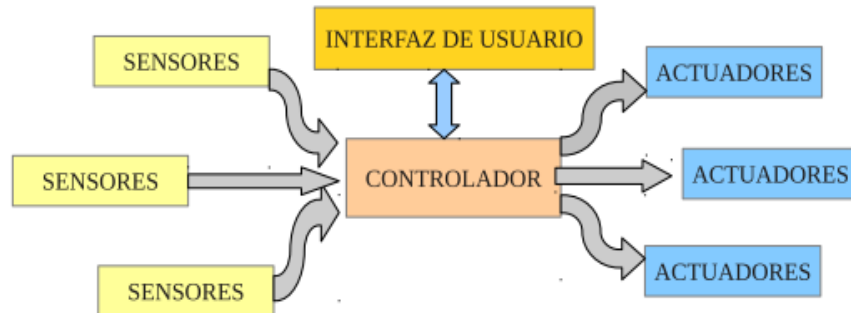
Son aquellos sistemas capaces de recolectar información que tienen origen en las entradas, procesarla y transmitir señales a las salidas, con la finalidad de que el usuario obtenga la automatización deseada de su vivienda. Estos sistemas son diseñados para poder facilitar al usuario las actividades de interactuar y a la vez gestionar todas las funciones de la vivienda [23].

La arquitectura de los sistemas de control, nos da el modo como los diferentes elementos de la red van a ser intercomunicados entre ellos. Existen tres tipos de arquitectura:

- Sistema de control centralizado
- Sistema de control descentralizado
- Sistema de control distribuido

Arquitectura centralizada: Es donde un único controlador recibe toda la información de los sensores, la procesa en función de la programación que haya efectuado el usuario y con esto le da las órdenes a los actuadores.

Figura 3. Arquitectura centralizada

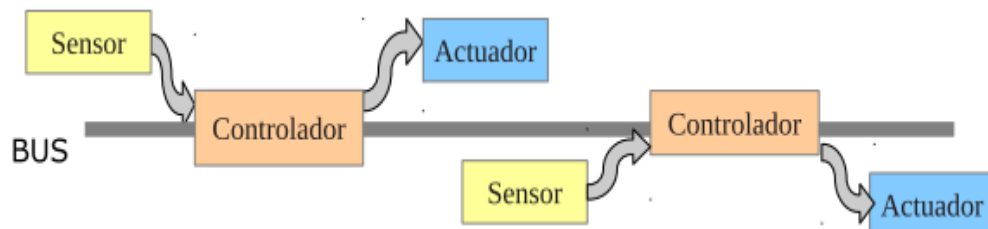


Fuente: sacada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

Sistema de control descentralizado: son los sistemas donde hay más de una unidad de control. Cada unidad de control actúa de forma independiente. Para este tipo de arquitectura es necesario utilizar un protocolo de comunicación.

Arquitectura distribuida: Es la unión entre la centralizada y la descentralizada. Por ejemplo los sensores y actuadores tienen su propia unidad de control que puede enviar o recibir información, y están conectados en un mismo *BUS*.

Figura 4 Arquitectura distribuida



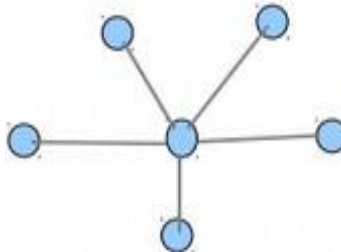
Fuente: sacada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

5.2.2. Topología de la red

“La topología de la red, o topología de cableado, se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable)” [23].

Topología Estrella: Los distintos elementos del sistema están unidos en un controlador central.

Figura 5. Topología estrella

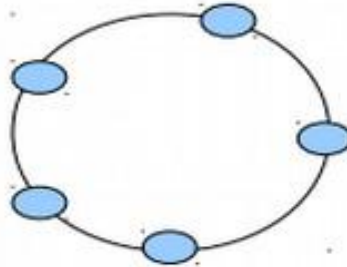


Fuente: tomada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

- La ventaja: es fácil de añadir nuevos elementos al sistema y el fallo de un elemento no central no afecta a los demás.
- La desventaja: es que si se daña u ocurre un error en controlador central, falla o deja de funcionar todo el sistema.

Topología Anillo: Los elementos se inter-conectan haciendo un anillo cerrado. La información se tramite por cada elemento.

Figura 6. Topología Anillo

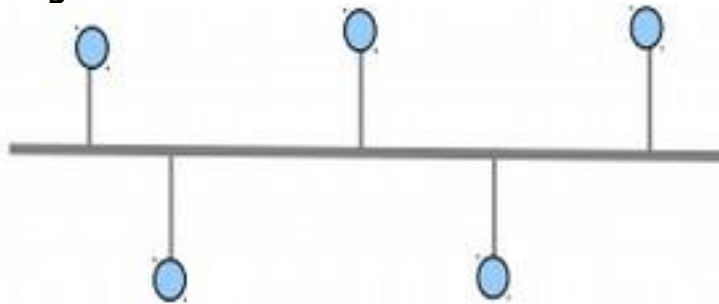


Fuente: sacada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

- Las ventajas: poco cableado, el manejo es bastante sencillo.
- Las desventajas: es que si falla o se daña cualquiera de los elementos deja de funcionar todo el sistema y para añadir elementos es complicado porque tiene que parar todo el sistema.

Topología Bus: consiste en una línea o bus de comunicación que comporten todos los elementos del sistema.

Figura 7. Topología de Bus



Fuente: sacada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

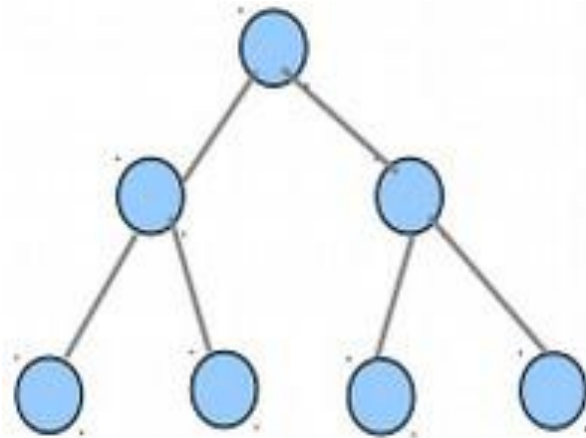
- Las ventajas: es sencillo añadir y eliminar elementos, no necesita un control central, si hay un error o un fallo en el sistema no afecta a los demás, la velocidad de envío de información es alta y tiene poco cableado.

- Las desventajas: es que cada elemento tiene que tener un controlador para que evite que los elementos acceda al mismo tiempo al bus.

Topología Árbol: Esta es mezcla de las topologías ya mencionadas, pero más específicamente de la estrella y del *Bus*, esta permite el establecimiento de una jerarquía entre los elementos de la red.

- Las ventajas y desventajas depende de la topología que se escoja (estrella o Bus).

Figura 8. Topología de árbol.



Fuente: sacada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

5.3. MARCO TEÓRICO

5.3.1. ¿Qué es la domótica y la inmótica?

La domótica

La RAE (Real Academia Española) la define: “domótica (Del lat. *domus*, casa, e informática). Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”.

En el libro *INSTALACIONES DOMÓTICAS* de editorial PARANINFO lo definen así: “La domótica es la aplicación de técnicas de automatización al hogar con el objetivo de mejorar aspectos como el confort, la seguridad o la eficiencia energética de la vivienda” [3].

La Asociación Española de Domótica e Inmótica CEDOM (Comité Español de la Domótica) define el término domótica como: “el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema” [24].

La inmótica

La palabra inmótica en la RAE (Real Academia Española) en estos momentos no se encuentra y es un término poco conocido, pero muchos autores de libros referentes a la automatización de edificios la utilizan,

este término se refiere a la domótica aplicada a las edificaciones de uso terciario de gestión técnica [25]. Por tanto está dirigido a grandes edificios como: Universidades, hoteles, museos, oficinas, bancos, etc. A diferencia de la domótica, que está enfocada a la calidad de vida del hogar, la inmótica está orientada a mejorar la calidad del trabajo.

5.3.2. Característica de la domótica

Las características que debe tener un sistema domótico principalmente son [23]:

- Simple y fácil de utilizar: la interfaz de usuario debe ser fácil de manejar e intuitiva y que el usuario final se sienta cómodo.
- Interconexión: todos los equipos deben estar interconectados entre sí, con el mismo sistema y protocolo de comunicación.
- Flexible: el sistema debe estar en la capacidad de crecer en el futuro, de manera que se pueda adaptar a las necesidades que se vaya presentando con el transcurso de los años.
- Reducción del mantenimiento: el fabricante debe garantizar al cliente la vida útil del sistema.
- Integral: debe integrar todos los subsistemas que están en la edificación para ayudar en el intercambio de información.

5.3.3. Aplicaciones de los sistemas domóticos

Los sistemas están compuestos por tres aplicaciones las cuales son [23]:



Fuente: creación propia de los autores.

- Gestión energética: este módulo se encarga de implementar mecanismos de control y de autonomía a los electrodomésticos. La aplicación logra controlar los dispositivos electrónicos remotamente por internet o GSM. Las luminarias solo se encenderán cuando haya personas en el recinto y sea necesario.
- Seguridad: este módulo se encarga de brindar protección a los habitantes del hogar. El sistema posee una variedad de alarmas técnicas para la detección de humo, fuga de gas, inundación y detección de intruso.
- Confort: este módulo proporciona calidad de vida y bienestar en la vivienda. En este sentido, el sistema posee un control de luminosidad y de temperatura para adaptar la iluminación y temperatura del ambiente propiciando que sus habitantes se sientan a gusto en ella.

5.3.4. Elementos constitutivos de un sistema domótico

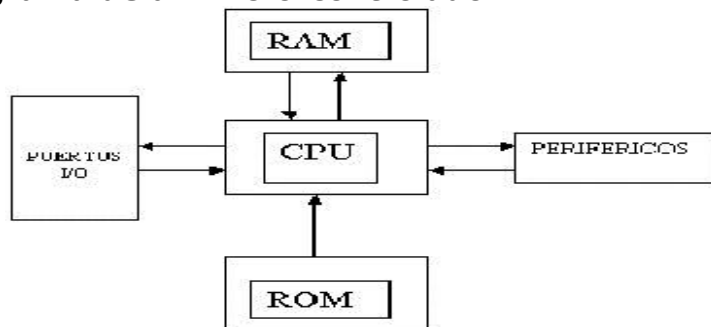
Las partes principales de un sistema domótico son: la unidad de control, los dispositivos de entrada y de salida [23].

5.3.4.1. Unidad de control

Es la encargada de recopilar y almacenar la información de los diferentes dispositivos de control y transmitirlas por el bus de comunicaciones, para que sean recibidas por los dispositivos destinatarios. El principal componente de la unidad de control es el microcontrolador.

Micro-controlador: “Es el cerebro del sistema, son los encargados de interpretar las señales eléctricas que provienen de sensores y darle de forma automática por decisiones que ya fueron programadas por un *PC*, pulsadores, teclados, pantallas táctiles, mandos a distancias por infrarrojo, por radio frecuencia RF. Estas órdenes son enviadas a actuadores que activan o desactivan una carga eléctrica” [23].

Figura 9. Diagrama de un micro-controlador



Fuente: Tomada en http://www.electronicaestudio.com/i/micro_esq1.png.

En un sistema domótico y en sus diferentes periféricos existen tipos de señales para su comunicación y se pueden clasificar [23]:

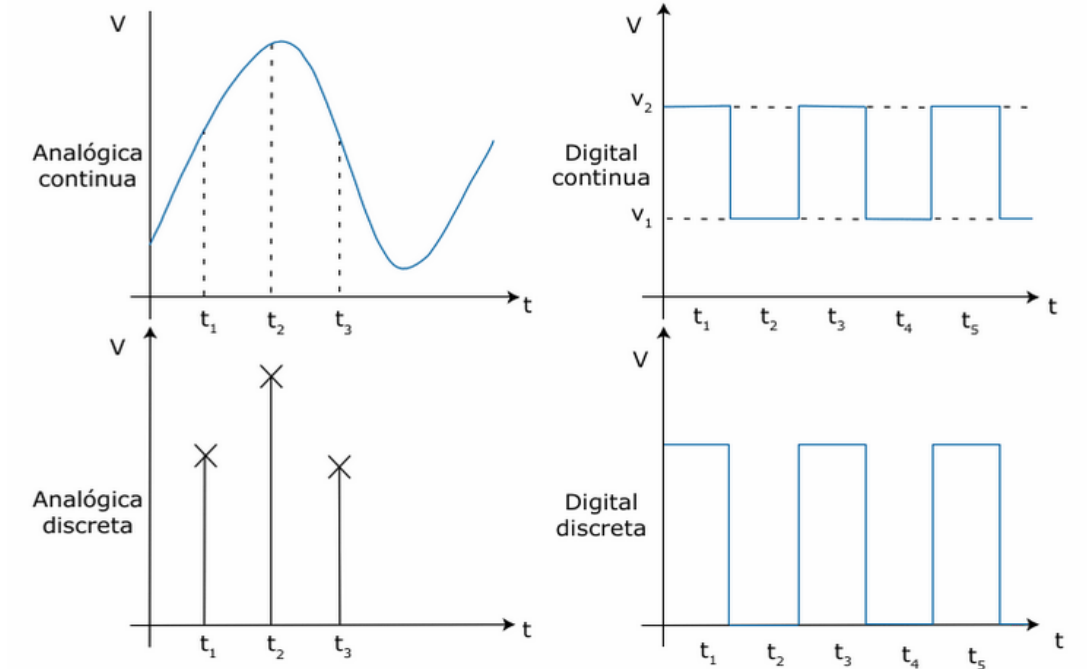
En función del tiempo:

- Continuas: definidas para cualquier instante de tiempo.
- Discretas: definidas en ciertos instantes de tiempo.

En función de su valor:

- Analógicas: pueden tomar infinitos valores de un determinado intervalo en el rango posible.
- Digitales: toman sólo unos determinados valores dentro del intervalo 0 o 1.

Figura 10. Tipos de señales



Fuente: tomada del libro *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011

5.3.4.2. Dispositivos de entrada

Sensores

Son los encargados de captar los diferentes cambios o alteraciones que pueden suceder en un entorno y después transmitirlas a una unidad de control, para así poder entenderlas y tomar las decisiones programadas [26].

Los sensores están compuesto por tres etapas:

- Etapa de transductor: convierte las variables físicas en magnitudes eléctricas.
- Etapa de acondicionamiento de la señal: regula o adecua la señal para la etapa de salida.

- Etapa de salida: acondiciona la señal para enviarla a la unidad de control.

Tipos de sensores

Sensor de Humo o de fuego: Es el encargado de detectar en el ambiente la presencia de humo o una alta temperatura en el recinto y emite una alerta. El sensor de humo detecta la alta concentración de humo en el ambiente. Hay tres tipos de sensores:

- Óptico: alerta solamente humo visible.
- Iónicos: alertan sobre gases, humo visible y no visible.
- De temperatura: alerta sobre cambios elevados de temperatura.

Figura 11. Sensor de humo



Fuente: creación propia de los autores.

- **Sensor magnético:** este consta de dos partes, las cuales son: un *reed switch* y un imán. Un *reed switch* es un elemento que consta de una cápsula de vidrio conteniendo un par de contactos metálicos en su interior y un par de terminales que permiten acceder a conectar dichos contactos. Su funcionamiento es: dependiendo de la configuración del usuario, el sensor se puede situar en una puerta

que al momento de abrirla se activará y enviará una señal a la unidad de control. Estos sensores por general siempre están puestos en las puertas y ventanas. Ver Figura 5.10.

Figura 12. Sensor magnético.



Fuente: Tomado de <http://www.tutiendasolar.es/Detectores-inalambricos-Detector-por-Contacto-magnetico-para-puertas-MCT-302-inalambrico-Visonic.html>

- **Sensor de gas:** se utiliza normalmente en la cocina o en instalaciones donde haya presencia de gas para detectar fugas de la tubería o de la estufa. Por ejemplo para prevenir que se deje el suministro de la estufa abierta por un largo tiempo y esto ocasione una exposición prolongada. El sensor en su caja se debe instalar en forma vertical y a una distancia no superior a 1,5 metros del lugar que se desea supervisar y sobre todo se debe evitar que otros factores afecten la lectura, como fuentes de calor, corrientes de aire ver Figura 14. Dependiendo del tipo de gas si es ligero (metano y gas natural) en la parte superior o si es pesado (butano y propano) en la parte inferior del lugar. El sensor de gas que utilizo fue MQ2 ver Figura 13 y en Figura 15 se observar la foto del sensor instalado en el tablero.

Figura 13. MQ2



Fuente: tomada de <http://www.rajguruelectronics.com/gas-sensors.html>

Figura 14. Lugar donde se debe instalar el sensor de gas



Fuente: creación propia de los autores.

Figura 15. Sensor de Gas



Fuente: creación propia de los autores.

- **Sensor de presencia o volumétricos:** se utilizan para detectar o supervisar la presencia de personas y animales en diferentes

lugares de la edificación. Normalmente se utilizan para encender luces automáticamente, y para alertar la intrusión sobre la zona protegida. Hay diferentes tipos de sensores de presencia: de pared, de techo, etc. Ver Figura 16.

Figura 16. Sensor de presencia



Fuente: creación propia de los autores.

A continuación se muestran las características del sensor referencia Swanquand, utilizada en el tablero domótico:

- Características:
 - Sensor infrarrojo digital
 - Alcance: 18 m x 18 m
 - Microcontrolador integrado con procesamiento *First Step* (FSP).
 - Inmunidad a mascotas de 25 kg
 - Alimentación: 8.2 a 16V.
 - Compensación de temperatura.
- **Sensor de luminosidad o fotoresistivo:** detecta la intensidad o el nivel de luz del interior de un recinto o del exterior variando su resistencia, a mayor intensidad de luz menor es el valor de la

resistencia. Ver Figura 17. Estos sensores son utilizados normalmente para el control de circuitos eléctricos, por ejemplo el encendido y el apagado de una bombilla que está situada en la terraza de una casa; cuando llegue la noche automáticamente se encienda y cuando amanezca se apague.

Figura 17. Fotocelda o fotoresistencia



Fuente: tomada de http://mlv-d1-p.mlstatic.com/8671-MLV20006654453_112013-O.jpg

- **Sensor de corriente (no invasivo):** este sensor de corriente no invasivo (también conocido como un "transformador de corriente de núcleo dividido") se coloca alrededor de la línea de alimentación de una carga eléctrica para saber cuánta es la corriente que está pasando a través de ella. Mediante la lectura de la cantidad de corriente que se produce por la bobina, se puede calcular la cantidad de corriente que pasa a través del conductor. Ver Figura 18

Figura 18. Sensor de corriente (no invasivo)



Fuente: tomada de
<http://pidelectronics.com/media/catalog/product/cache/1/image/1200x1200/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/1/11005-05a.jpg>

5.3.4.3. Dispositivos de salida

Actuadores

Son los encargados de modificar el estado de los equipos o instalaciones. Se activan por lo general por pulsos eléctricos. Algunos de ellos son:

- Lámpara halógena: es una modificación de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo) [27]. Ver Figura 19.

Figura 19. Lámpara halógena



Fuente: creación propia de los autores.

- Sirenas o buzzer: es un convertidor electroacústico que origina un sonido o zumbido continuo o intermitente en una misma frecuencia. Sirve como dispositivo de aviso, y son utilizados en múltiples sistemas como en automóviles o en electrodomésticos. [28]. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 20. Sirena



Fuente: creación propia de los autores.

- Electroválvulas: son actuadores que permiten controlar eléctricamente circuitos de fluidos, hay dos tipos de electroválvula una que es especial para gas y la otra para líquido [29]. Ver Figura 21.

Figura 21. Electroválvula de agua



Fuente: creación propia de los autores.

5.3.4.4. Cámara web

La cámara web es un dispositivo capaz de transmitir vídeo en vivo, y captura de imagen para trasmitirlo por la red o páginas web, en el cual se puede saber en tiempo real o por medio de qué ha grabado lo que sucedió en un lugar de la residencia. Ver Figura 22.

Figura 22. Cámara Web



Fuente: creación propia de los autores.

5.3.4.5. Medio de transmisión

Es el medio por el cual se transporta la información que se envía o se recibe de los diferentes equipos como son los sensores y actuadores. Hay

diferentes medios de transmisión los cuales se clasifican por guiados y no guiados. En guiado tenemos los que transmiten por medio de cables y los no guiados tenemos los que transmiten por el aire.

- Cable de par trenzado: está constituido por uno o varios pares de hilos que se encuentra trenzados. Su principal ventaja es que tiene un costo muy bajo con respecto a los otros. Ver Figura 23.

Figura 23. Cable par trenzado



Fuente: Tomado de
<http://www2.epcom.net/principal/epcomproduct/ftcat5e1000-cable-10459.html>

- Cable coaxial: “está constituido por dos conductores de cobre o de aluminio, un interior cilíndrico y macizo, insertado dentro de otro exterior y separado del él por un material aislante, que puede estar inyectado de forma continua o espaciadamente. Formando una espiral o anillas, constituyendo ambos un conjunto concéntrico” [30]. La principal ventaja es que tiene un buen apantallamiento y evita las pérdidas por radiación en las afueras (en el exterior). Ver Figura 24.

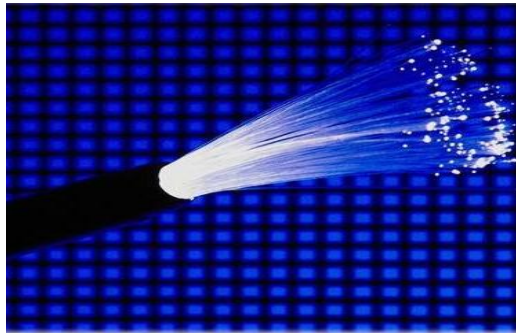
Figura 24. Cable coaxial



Fuente: Tomado de http://www.metacom.cl/index.php?page=shop.product_details&category_id=30&flypage=flypage-vmbright.tpl&product_id=571&vmcchk=1&option=com_virtuemart&Itemid=3

- Fibra óptica: “es un medio de transmisión constituido por un núcleo de vidrio o plástico y un revestimiento que mantiene la luz en el interior” [30]. Una de las ventajas que tiene la fibra óptica al cable de cobre, es que tiene un ancho de banda mayor e inmunidad a la interferencia electromagnética y otra ventaja es que alcanza distancias mayores sin colocar repetidores. Ver Figura 25.

Figura 25. Fibra Óptica



Fuente: tomada de <http://www.gizig.com/grandes-avances-cables-fibra-optica-hasta-10-veces-mas-rapidos.html>

- Radio Frecuencia (RF): este medio emite ondas de radio frecuencia en el ambiente para transmitir información a los receptores, una de las desventajas que tiene es que tiene una alta sensibilidad a las

interferencias electromagnéticas producidas por electrodomésticos, como por los medios de transmisión del hogar.

- Infrarrojo: el modo de transmisión es por medio de una onda infrarroja. Este medio está constituido por un emisor y un transmisor. La desventaja que tiene es que para transmitir no debe haber ningún obstáculo y la distancia debe ser corta.

5.4. PLATAFORMA DE DESARROLLO LABVIEW

El software de *NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW*, es una plataforma que ayuda escalar de la parte del diseño al prototipo más fácilmente. La programación gráfica facilita la visualización, creación y modificación de los proyectos de ingeniería. La misión de Labview es que las ideas o proyectos sean realizados en el menor tiempo posible, con la posibilidad de analizar y mejorar su rendimiento [6].

LABVIEW acrónimo de *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*. El lenguaje de programación es G (gráfica). Con la ayuda de la plataforma de *Labview*, se puede diseñar interfaces de usuario de modo interactivo basado en software. Los programas desarrollados en Labview se llaman instrumentos virtuales o VI. Además a la hora de integrarse con *hardware* es fácil, específicamente con tarjetas de medición, adquisición, y procesamiento de señales e imágenes [31].

"*National instruments* es la empresa desarrolladora y propietaria de *Labview*, comenzó en 1976 en *Austin, Texas* y sus primeros productos

eran dispositivos para el *bus* de instrumentación *GPIB*. En abril de 1983 comenzó el desarrollo de lo que sería su producto estrella: *Labview*” [31].

5.4.1. Historia de las versiones de *Labview*

Aquí se muestra en la tabla 5.1 la evolución de Labview como ha ido mejorando y pasando por diferentes plataformas como Macintosh, Linux y Windows.

Tabla 1: Evolución de las diferentes versiones de Labview

Fecha	Hito
Abril de 1983	Comienzo el desarrollo de Labview
Octubre de 1986	Labview 1.0 para Macintosh
Enero de 1990	Labview 2.0
Septiembre de 1992	Labview para Windows
Octubre de 1992	Labview para Sun
Octubre de 1993	Labview 3.0 multiplataforma
Abril de 1994	Labview para Windows NT
Octubre de 1994	Labview para Power Macintosh
Octubre de 1995	Labview para Windows 95
Mayo de 1997	Labview 4.0
Marzo de 1998	Labview 5.0
Febrero de 1999	Labview 5.1 LV para Linux y LV Real-Time
Agosto de 1999	Labview 6i

Fecha	Hito
Enero de 2002	Labview 6.1
Mayo de 2003	Labview Express, Labview PDA Y FPGA
Mayo de 2004	Labview 7.1
Mayo de 2005	Labview DSP
Junio de 2005	Labview Embedded
Octubre de 2005	Labview 8
Agosto de 2006	Labview 8.20 (edición especial)
Agosto de 2007	Labview 8.5
Agosto de 2008	Labview 8.6
Agosto de 2009	Labview 2009
Agosto de 2010	Labview 2010
Agosto de 2011	Labview 2011
Agosto de 2012	Labview 2012
Agosto de 2013	Labview 2013
Agosto de 2014	Labview 2014

Hasta la actualidad ya existe una nueva versión de Labview que es la 2015 que trae los siguientes beneficios:

- Soporte nativo para el nuevo *hardware* de vendedores como *ARM* y *Xilinx*, incluyendo el sistema *on chip* totalmente programable *Xilins Zynq*, utilizado en sistemas de alto rendimiento.
- Mayor fiabilidad y calidad para aplicaciones complejas, debido a un conjunto de herramientas de gestión de código, documentación y

revisión. Nuevas herramientas que se integran con el proceso de ingeniería de *software*, incluyendo un nuevo *plugin Subversion* para *Viewpoint Systems*.

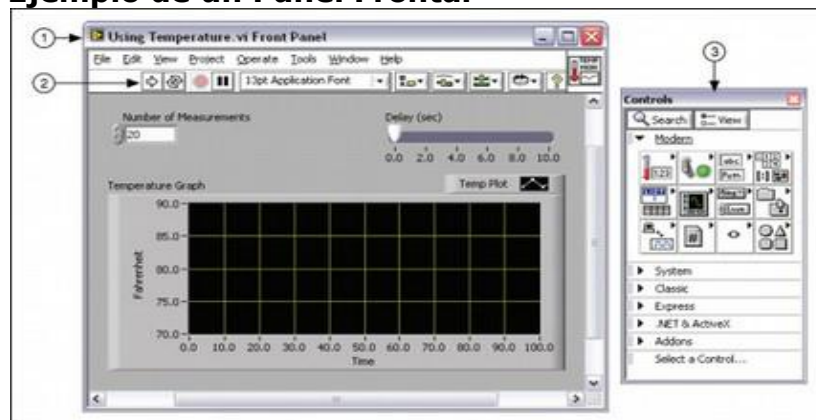
- Simplificación de la implementación de los sistemas, para desarrolladores que desean entregar aplicaciones profesionales a los usuarios, incluyendo una nueva herramienta de *Wirebird Labs*.
- Soporte de sistemas en plataformas móviles, para sistemas operativos *iOS* y *Android*, permitiendo *dashboards* para control y monitorización de sistemas.

5.4.2. Entorno

- Panel Frontal

Al ejecutar y dar clic en un VI nuevo o existente, aparece la ventana del panel frontal del VI. La ventana del panel frontal es la interfaz de usuario para el VI. En la Figura 26 muestra un ejemplo de una ventana del panel frontal.

Figura 26. Ejemplo de un Panel Frontal



Fuente: tomada de <http://www.ni.com/getting-started/Labview-basics/environment>

- Diagrama de bloques

Es donde se realiza y se colocan todos los bloques para la programación del *hardware*, se caracteriza por su fondo blanco: ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 27. Ejemplo de Diagrama de bloques

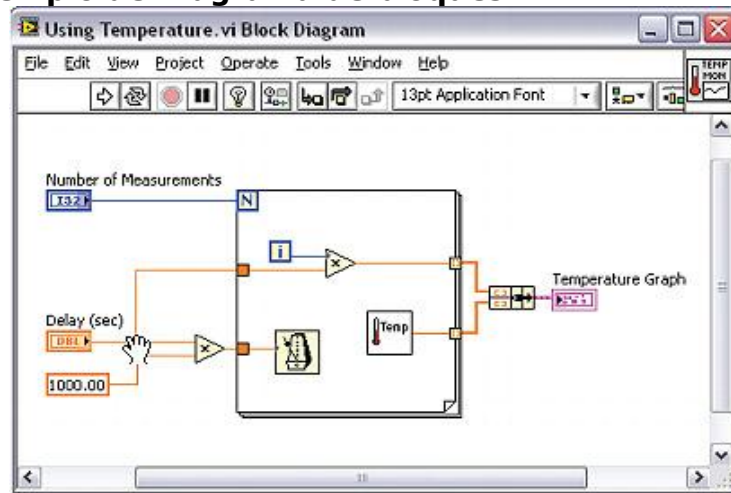


Imagen tomada de <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/environment>

- Panel de controles

La paleta de Controles contiene los controles e indicadores que utiliza para crear el panel frontal. La paleta de Controles está dividida en varias categorías [32]. Ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** donde muestra la paleta de Controles con todas las categorías expuestas y la categoría Moderna expandida.

Figura 28. Paleta de control

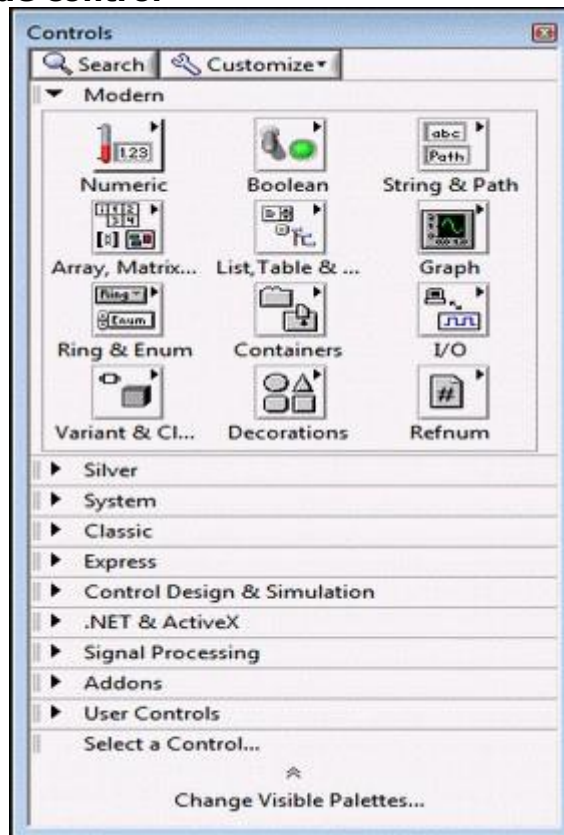
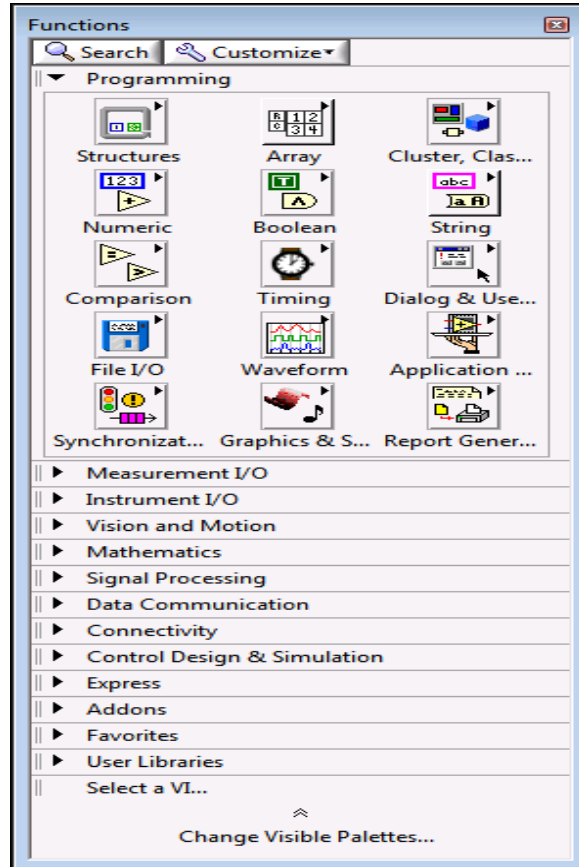


Imagen tomada de <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/environment>

- Paleta de funciones

La paleta de Funciones contiene los VI, funciones y constantes que utilizan para crear el diagrama de bloques. Se tiene acceso a la paleta de Funciones del diagrama de bloques al seleccionar *View»Functions Palette*. Ver Figura 29.

Figura 29. Paleta de funciones



Fuente: tomada de <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/environment>

5.5. TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

NI USB-6009 DAQ Multifunción de 14 Bits, 48 kS/s, Ver Figura 30 donde se muestra la tarjeta.

Características:

- 8 entradas analógicas (14 bits, 48 kS/s).

- Salidas analógicas (12 bits a 150 S/s), 12 E/S digitales; contador de 32 bits.
- Energizado por bus para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada.
- Compatible con Labview, LabWindows/CVI y Measurement Studio para Visual Studio NET.
- El software de NI-DAQmx y software interactivo NI Labview SignalExpress LE para registro de datos.

USB-6009 de *National Instruments* tiene funcionalidades de adquisición de datos básicas para registrar datos simples, medidas portátiles y experimentos de laboratorio. Es accesible para uso de estudiantes y suficientemente versátil para aplicaciones de medida más avanzadas.

Figura 30. Tarjeta de adquisición



Fuente: tomada de
<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/201987>

5.5.1. Especificaciones y características.

Tabla 2: Especificaciones generales

Producto	USB-6009
Familia de Productos	DAQ Multifunción
Formato Físico	USB
Sistema Operativo/Objetivo	Windows, Linux, Mac OS, Pocket PC
Familia de Productos DAQ	Serie B
Tipos de Medida	Voltaje
Compatibilidad con RoHS	Sí

Tabla 3: Entradas analógicas USB-6009

Tipo de convertidor	Aproximaciones sucesivas
Entradas analógicas	8 de una sola terminal, 4 diferenciales, software seleccionable
Resolución NI USB-6009	14 bits en modo diferencial, 13 bits de una sola terminal.
Frecuencia de muestreo máxima	48 kS/s
AI FIFO	512 bytes
Resolución de tiempo	41.67 ns (24 MHz base de tiempo)
Precisión de tiempo	100 ppm de tasa de muestra real
Rango de entrada	
Un terminal	± 10 V

Tipo de convertidor	Aproximaciones sucesivas
Diferencial	$\pm 20V^2$, $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 4V$, $\pm 2.5V$, $\pm 2V$, $\pm 1.25V$, $\pm 1V$
Voltaje de funcionamiento	$\pm 10 V$
Impedancia de entrada	144 k Ω
Protección contra sobre-tensiones	± 35
Fuente de disparo	Software o trigger digital externo.
Ruido del sistema	
Un terminal Rango de $\pm 10 V$ Diferencial	5 mVrms
$\pm 1 V$ gama	0,5 mVrms
$\pm 20 V$ gama	5 mVrms

Tabla 4: Salidas analógicas

Salidas analógicas	2
Resolución de salida	12 bits
Velocidad máxima de actualización	150 Hz, temporizada por software
Rango de salida	0 a +5 V
Impedancia de salida	50 Ω
Unidad de corriente de salida	5 mA
Estado de encendido	0 V
La rapidez de respuesta	1 V / ms
Corriente de cortocircuito	50 mA

Precisión absoluta (sin carga)	7 mV típica, máximo 36,4 mV a escala completa
--------------------------------	---

Tabla 5: Entradas/salidas digitales

P0. <0 ... 7>	8 líneas
P1. <0 ... 3>	4 líneas
Control de dirección	Cada canal puede programar individual como entrada o salida
Tipo de controlador de salida	Cada canal puede programar individualmente como unidad activa (push-pull) o colector abierto (abierto de drenaje)
Compatibilidad	TTL, LVTTTL, CMOS
Alcance máximo de voltaje absoluto	-0,5 A 5,8 V con respecto a GND
Resistencia Pull-up	4,7 kW a 5 V
Estado de encendido	Entrada

Tabla 6: Voltaje externo

Salida +5 V (200 mA máximo)	5 V típico 4.85 V mínimo
2,5 V de salida (1 mA máximo)	2,5 V típico
2.5 V Precisión	0.25% máximo
Deriva de la temperatura de referencia	50 ppm / ° C máx

Tabla 7: Características físicas

Dimensiones sin conectores	6,35 cm x 8,51 cm x 2,31 cm
	(2,50 pulg x 3,35 pulg x 0,91 pulg)
Dimensiones con conectores	8,18 cm x 8,51 cm x 2,31 cm

Conectores de E / S	(3,22 cm x 3,35 cm x 0,91 cm)
	USB serie B receptáculo (2) terminales de 16 posiciones cabeceras enchufe bloque
Peso con conectores	84 g (3 oz)
Peso sin conectores	54 g (1,9 oz)
Cableado de terminal de tornillo	16 a 28 AWG
Par de terminales de tornillo	0.22-0.25 N · m (2,0 a 2,2 lb · pulg)

De todas las tarjetas escogidas fue la USB 6009 por las múltiples funciones y al bajo precio, en lo que lo convierte en una tarjeta de fácil acceso a estudiantes.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este proyecto se utilizan diferentes tipos de investigación como es la aplicada y la descriptiva. Estos tipos de investigación se adaptan las características del proyecto de grado. Este proyecto está dividido en etapas para ayudar al desarrollo del prototipo.

Por lo tanto, las investigaciones se considera de tipo aplicada, por cuanto se pondrán los conocimientos adquiridos a lo largo del periodo de formación académica, y permitirá el desarrollo e implementación del prototipo con base en teorías básicas como son “Circuitos digitales” que ayuda al diseño, “automatismos” a mejorar el proceso y control, para así tener un mejor entendimiento del proceso. Todo esto ayudará en el diseño, construcción y posterior implementación; así mismo la información que nos suministra *National Instruments* en su página de ayuda, facilita a la hora de desarrollar el entorno gráfico.

También la investigación se considera descriptiva es necesario porque se necesita recolectar información que ayude a entender cómo va a funcionar el sistema domótico con respecto al confort, gestión de la energía eléctrica y la seguridad. Para recolectar la información se utilizaron los siguientes medios: La encuesta, para poder entregar un producto que se adapte a las necesidades de la institución educativa, tomando como población a las

personas que están en contacto con los docentes y a los mismos estudiantes.

En el marco institucional del programa de Ingeniería electrónica, se encuentra definida claramente una línea de investigación, la de Sistemas Electrónicos, de Telecomunicaciones y Automáticos, en la que encaja perfectamente el presente proyecto de grado, específicamente en el área de automatización y control de procesos.

6.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicarán métodos descriptivos para hacer un levantamiento detallado de la situación actual de la residencia para después identificar dónde se puede mejorar el con respecto a la gestión energética, confort y seguridad.

Este proyecto está constituido por 3 etapas que son:

1. Identificación: En ella se listaran las necesidades de un hogar, el bienestar de los habitantes y los principales accidentes o peligros que pueden ocurrir. A partir de esto se crearan las actividades y las posibles soluciones.
2. Desarrollo del hardware: selección de los dispositivos (sensores, actuadores, cámara) más adecuados para el entorno. Los dispositivos a utilizar deben ser las adecuadas para alcanzar un control, gestión y la seguridad, sin perder el confort del usuario.
3. Desarrollo del software: en esta etapa se implementara la interfaz del usuario. La interfaz se desarrollara en Labview para poder comunicarse

con el tablero y se pueda controlar el sistema, manual y automáticamente.

4. Verificación: En esta etapa se verifica que el proyecto de grado va cumplir. Se verificara que la interfaz del software sea lo más amigable e intuitiva para cualquier docente y estudiante. En otra parte que el tablero domótico sea una plataforma educativa para la enseñanza de toda lo referente a la domótica y conocer los diferentes dispositivos que la conforman. Porque la finalidad del proyecto de grado es ayudar a los estudiantes a introducirse en este. En la siguiente Tabla se resume la metodología del proyecto.

Tabla 8: Metodología del proyecto

No	Fase	Objetivos específicos	Actividades	Resultados
1	Identificación de variables	Identificar las variables de monitorización y control de un sistema domótico y la tecnología necesaria para su utilización.	Reconocimiento de las necesidades de una vivienda con respecto a la gestión energética, seguridad y confort	<ul style="list-style-type: none"> Listado de Necesidades Plano de riesgos de la edificación
			Identificación de las herramientas tecnológicas que ofrece la universidad	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de automatización. Software de control
2	Desarrollo de hardware	Desarrollar el tablero didáctico de acuerdo a las	Selección de sensores y actuadores	Listado de Sensores
				Listado de Actuadores

No	Fase	Objetivos específicos	Actividades	Resultados
		variables de monitorización y control identificadas.	Selección de materiales de infraestructura del tablero.	Listado de Materiales
			Selección de tarjeta de adquisición	Módulo seleccionado (USB6009 National Instrument)
3	Desarrollo de software	Implementar un software de supervisión para controlar el tablero autónomo.	Diseño de interfaz de usuario	Software Domótico
			Diseño de programación	
4	Verificación	Verificar el tablero como recurso para el aprendizaje de la domótica con estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad.	Aplicación de encuesta	Análisis de los resultados
			Redacción de Guía de laboratorio	Guía de laboratorio

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo general del tablero domótico se siguen varias etapas, iniciando con la recolección de la información para el estado de arte hasta llegar al análisis de resultados.

7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para determinar el funcionamiento del sistema domótico, se debe tener en cuenta qué se va a controlar, qué grado de seguridad se quiere, pero ante todo, el sistema se debe adaptar al presupuesto y a las necesidades del cliente. En la tabla 7.1 se puede observar la lista de necesidades, que se obtuvo de dos formas: por medio de las observaciones en los hogares y el estado de arte desarrollado.

Tabla 9. Lista de necesidades

Gestión Energética	Control de cargas.
	Consumo eléctrico
Seguridad:	Fuga de gas
	Alerta de humo
	Alerta de intrusos
	Cámara de seguridad
Confort:	Control de temperatura del entorno
	Control de la iluminación (dimmer)

7.1.1. Ubicación de los dispositivos en el tablero

Cada dispositivo en el tablero tiene su función específica y son los básicos que debe tener un sistema domótico. Ver Figura 31. Los sensores seleccionados tienen sus especificaciones y cómo deben ser instalados para que tengan un óptimo rendimiento.

Figura 31. Ubicación de los dispositivos



Fuente: creación propia de los autores.

En las Tabla 10 y Tabla 11 se listan los sensores y los actuadores que están instaladas en el tablero domótico. En la

Figura 32 muestra los nombres de las entradas y salidas que se conectan a la tarjeta usb6009.

Tabla 10. Lista de sensores

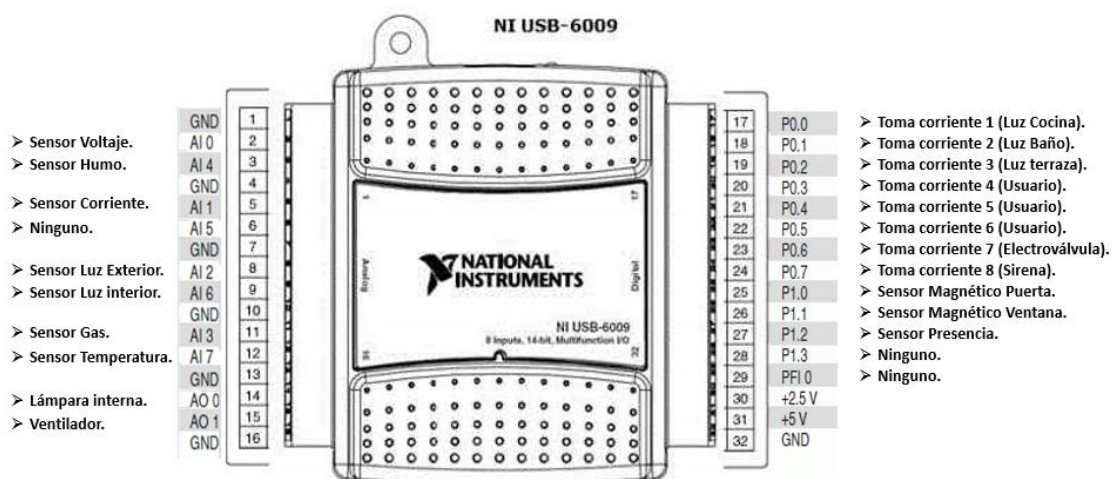
Humo	ss-770-lrc
Gas	MQ2
Presencia	Infrarrojo pasivo
Apertura	Interruptor magnético
Temperatura	LM35
Iluminación	Fotocelda
Corriente	ECS1030-L72
Voltaje	Transformador AC 6V
Cámara	FaceCam300

Tabla 11. Lista de actuadores

Bombillos	110 V AC
Ventilador	Centrifugo de PC 12V
Sirena	Buzzer 5V
Toma corriente	Toma corrientes con interruptores independientes

Bombillo	Halógeno 110V AC
Electroválvula	Estándar de agua de lavadoras. 110V ac

Figura 32. Conexiones de la tarjeta usb6009



Fuente: creación propia de los autores.

7.1.2. Plano de riesgo de la edificación

Se identificaron todos los lugares donde hay posibles accidentes ver la Figura 7.3. En los siguientes ítems se mostrar los lugares de la edificación donde se encuentran los principales riesgo para la persona:

1. **Cocina:** es donde se encuentra el mayor riesgo de accidentes porque hay presencia de gas propano. Los accidentes por una fuga de gas puede generase dos tipos de accidente:

- a) **Por asfixia:** cuando comience la fuga de gas comienza a consumirse el oxígeno y la persona que se encuentre en el lugar puede morir.
- b) **Por incendio:** el otro accidente es que por medio de la fuga genere un incendio o explosión (encender la luz, al encender un fósforo, o por medio de celulares).

RECOMENDACIONES:

Combustibles y productos de combustión: No situar calentadores a gas en cuartos de baño ni colocarlos mal ventilados.

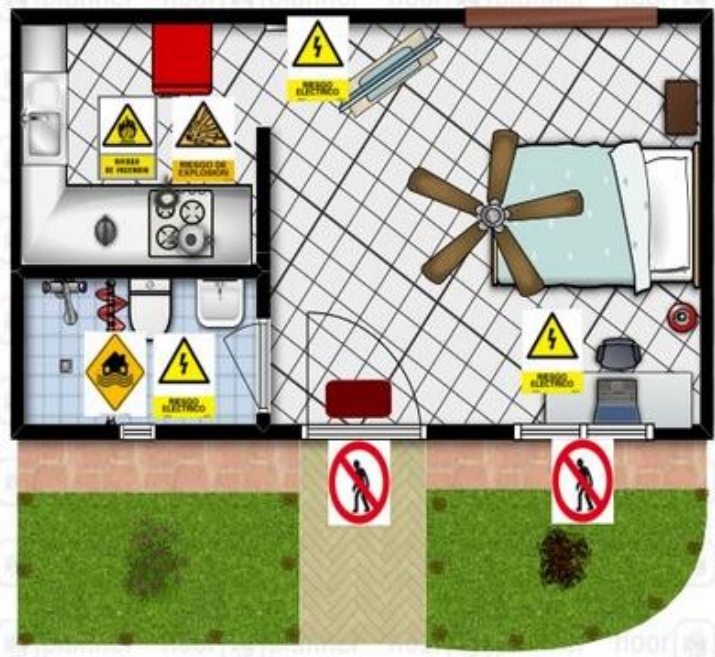
- Las estufas y braseros no deben emplearse en locales sin ninguna ventilación.
- Controlar la buena combustión de los braseros de carbón, cisco o picón.
- No emplear estufas o braseros en los dormitorios.
- Cerrar la llave del paso al finalizar la utilización del gas y siempre por la noche.
- Evitar las corrientes de aire sobre la llama que puedan extinguirla.
- Vigilar los recipientes con líquidos sobre el fuego que, al hervir, rebosen y apaguen la llama.
- Si percibe olor a gas no accione interruptores eléctricos ni encienda cerillas o mecheros: la chispa provocaría una gran explosión.

- 2. **Habitación o cuarto:** En este lugar se pueden presentar riesgos que son caída de la persona por tropiezo por algún obstáculo que no se pueda ver por diferentes factores que serían, luz apagada o

por desorden en el cuarto, otro riesgo es que una persona no autorizada entre por la puerta o la ventana, y haga algún daño a la persona que habite el lugar o hurte los aparatos eléctricos, joyas, y dinero. La otra situación es que como se encuentra electricidad pueda generar algún incendio.

3. **Baño:** los accidentes o los riesgos más comunes son caída y que al estar mojado se toque parte eléctrica y el otro riesgo que se puede generar es inundación.

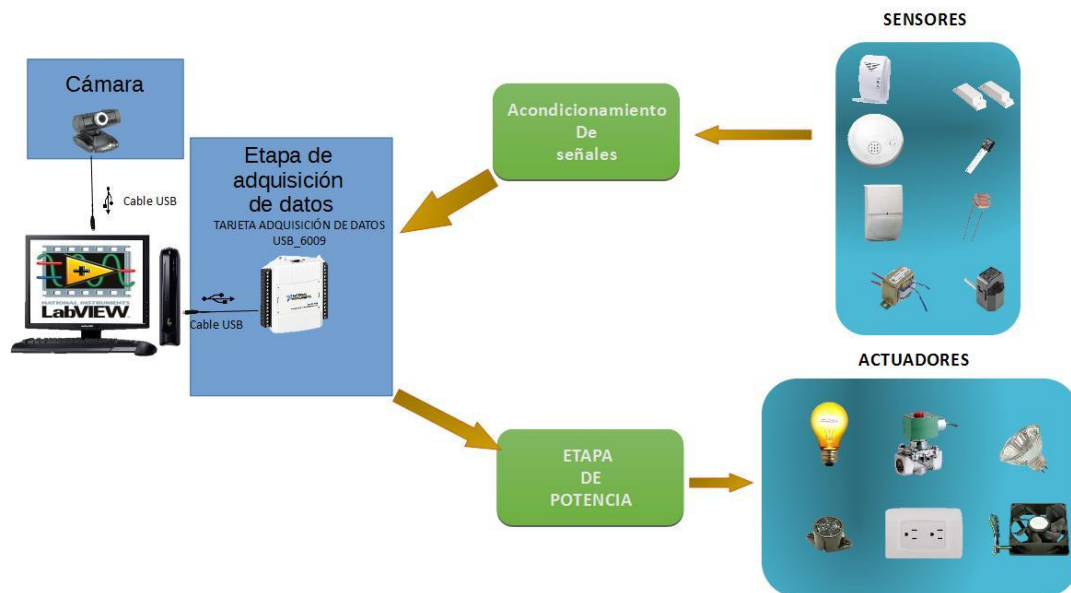
Figura 33. Plano de riesgo de la edificación



Fuente: creación propia de los autores.

Por tanto, la arquitectura que se utilizó fue la centralizada. Esta arquitectura permite implementarse con facilidad. Ver Figura 34.

Figura 34. Sistema domótico centralizado

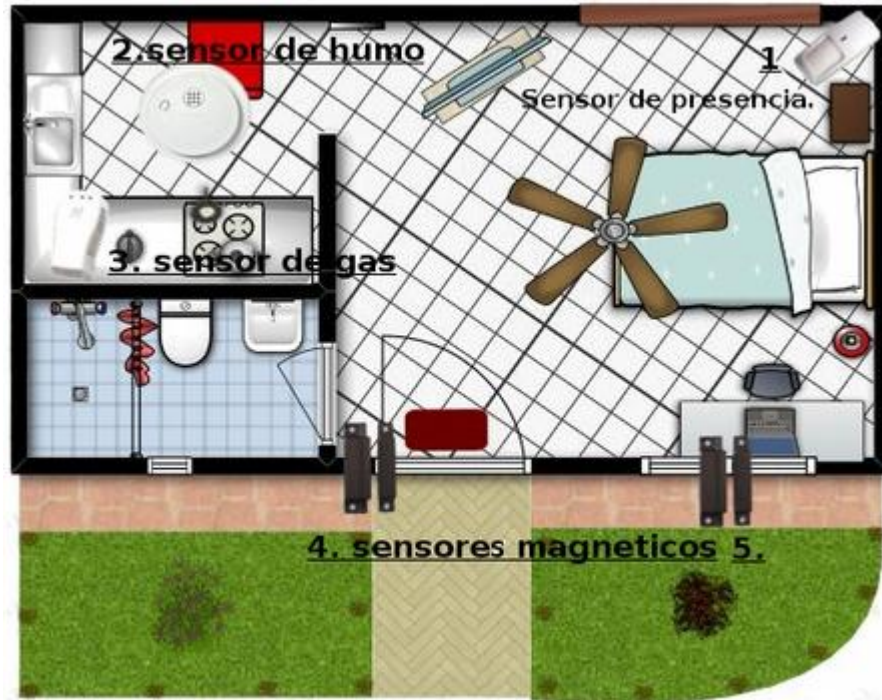


Fuente: creación propia de los autores.

7.1.3. Colocación de los sensores

Los sensores se deben colocar en el lugar indicado para que cumplan su función programada, por esto se debe conocer los sensores que se van a utilizar, su distancia de alcance, cuáles son sus limitaciones, y donde no se debe colocar. Ver Figura 35.

Figura 35. Plano de ubicación de los sensores

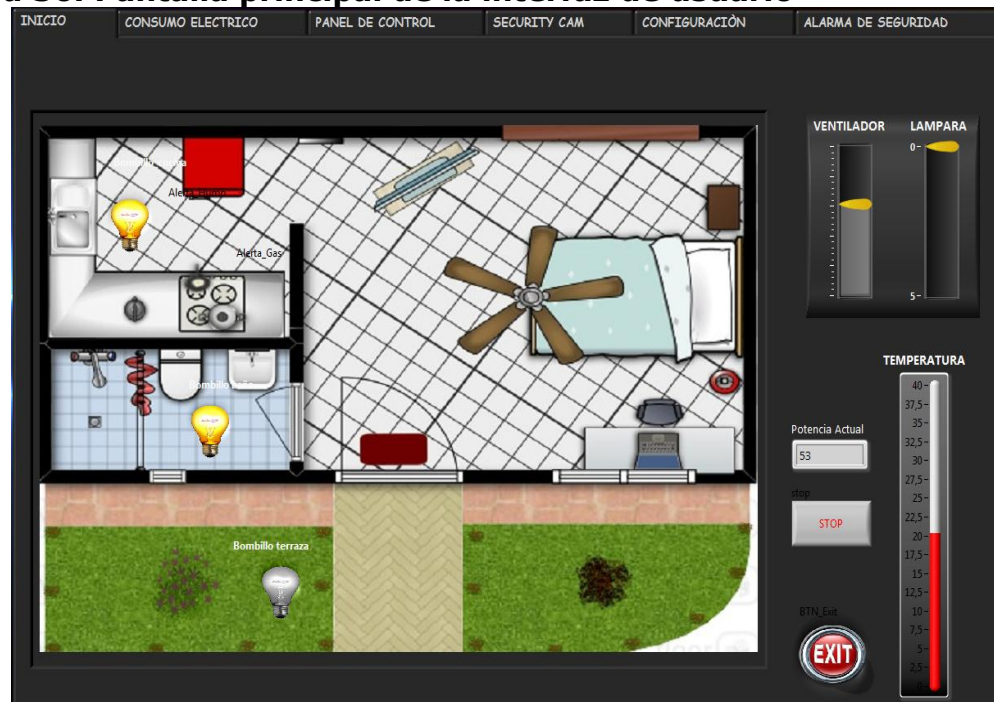


Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4. Interfaz para el manejo del tablero domótico

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su página de inicio encontramos la imagen del plano de la vivienda, para que el usuario se sienta cómodo y familiarizado con su casa. El usuario en esta parte de la interfaz podrá controlar manualmente: luces del baño, cocina, terraza, velocidad del ventilador, intensidad variable de la luz de la habitación y detener la aplicación con el botón STOP. El usuario podrá ver la temperatura de la habitación y la potencia aparente en Watts. Ver Figura 36.

Figura 36. Pantalla principal de la interfaz de usuario

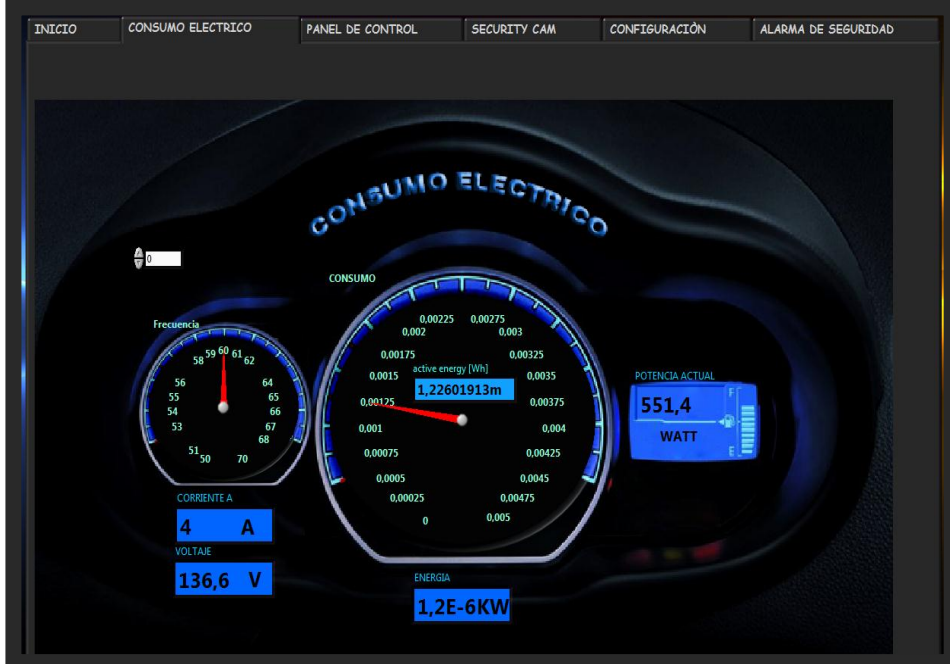


Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.1. Consumo Eléctrico

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su pestaña de consumo eléctrico se encuentran los ítems de los valores de: voltaje, corriente, frecuencia, potencia aparente y consumo de energía eléctrica en W/h y en KW/h. Ver Figura 37.

Figura 37. Pestaña de la visualización del consumo eléctrico



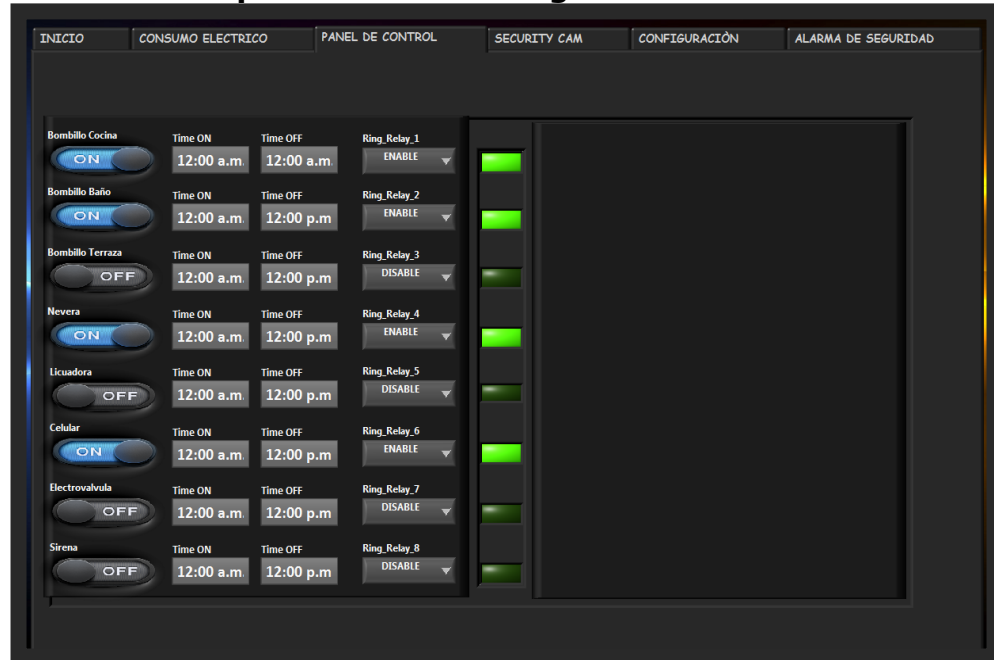
Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.2. Interfaz panel control de cargas.

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su pestaña de panel de control se encuentran en manejo de los tomacorrientes, donde los tres primeros son de las luces de la cocina, baño y terraza, seguido por tres puntos con tomacorrientes de uso libre y terminando con los dos últimos que conectan con la electroválvula y la sirena.

En la pestaña también se encuentra la posibilidad de controlar la hora de encendido y apagado de los diferentes tomacorriente, donde se puede habilitar o deshabilitar esta opción. Ver Figura 38.

Figura 38. Pestaña para control de cargas.

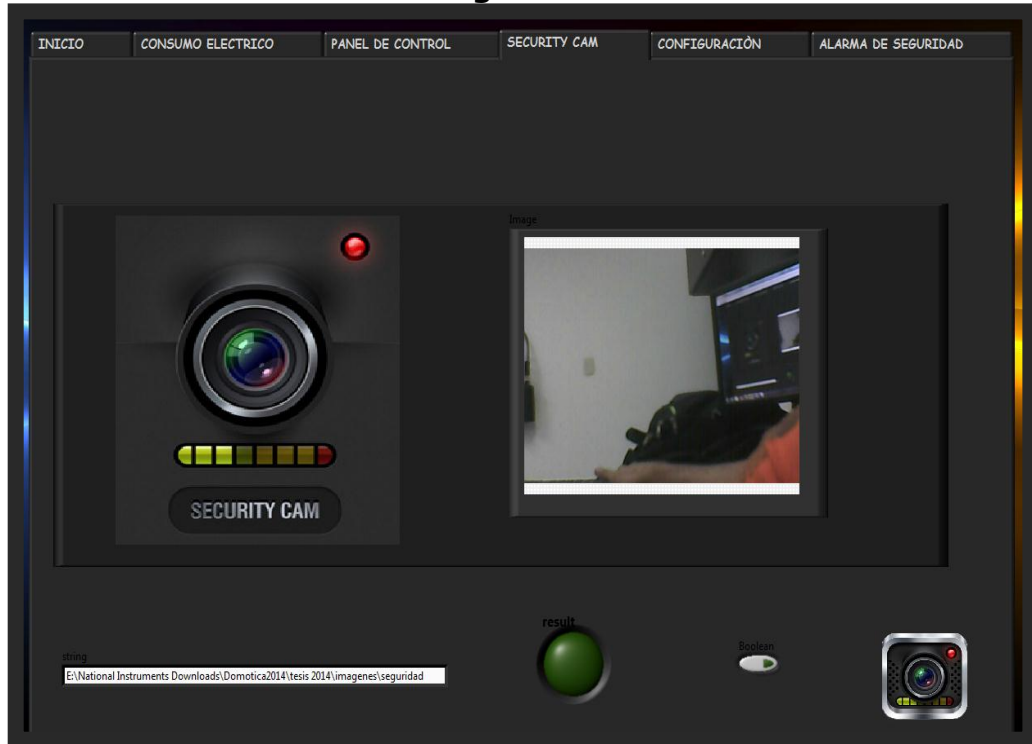


Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.3. Interfaz cámara de seguridad.

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su pestaña de *Security Cam* se encuentra la visualización de la cámara web. En ella el usuario tiene la posibilidad de visualizar su habitación o donde esté ubicada la cámara. Ver Figura 39.

Figura 39. Pestaña cámara de seguridad



Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.4. Interfaz de configuración

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su pestaña de *Configuración*, se encuentra la opción de cambiarle el nombre de los puntos de los tomacorrientes de la pestaña panel de control. Se encuentran también las opciones de cambiar el modo automático o manual del ventilador y la luz de la terraza. En la pestaña también se encuentra los botones de *Despertador* y *Mail*. En el botón de despertador se abrirá una ventana emergente para que el usuario pueda configurar la hora de encendido. En el botón *Mail* se abrirá una ventana emergente para la configuración del correo electrónico donde se desee enviar la información. Ver Figura 40.

Figura 40. Pestaña de configuración

Fuente: creación propia de los autores.

Figura 41. Configuración del correo electrónico

Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.5. Configuración del despertador.

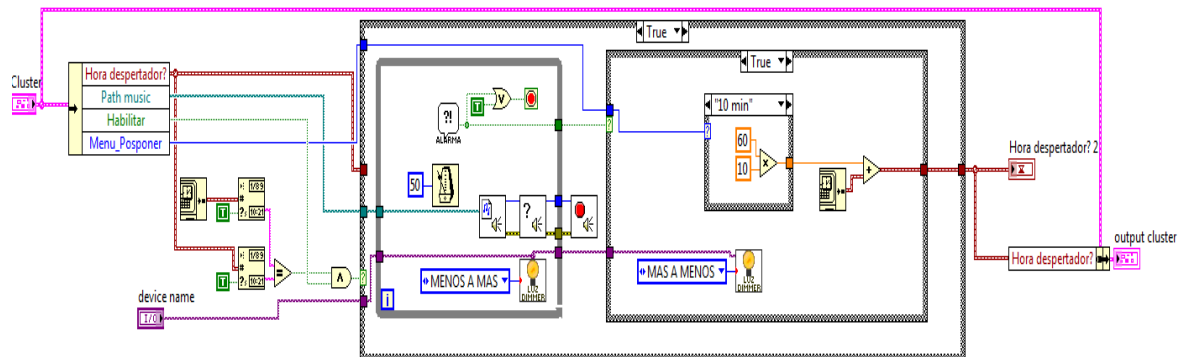
En esta pestaña se muestra como configurar el despertador Figura 42 y en código en Labview Figura 43.

Figura 42. Pestaña de configuración del despertador



Fuente: creación propia de los autores.

Figura 43. Código del despertador

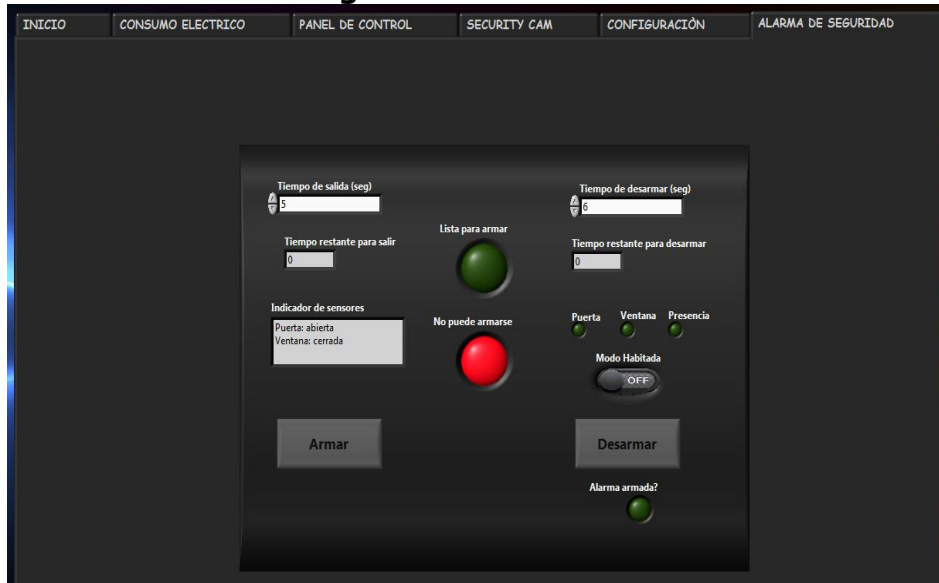


Fuente: creación propia de los autores.

7.1.4.6. Configuración de la alarma.

En la interfaz diseñada para el control del tablero en su pestaña de *Alarma de seguridad* se encuentra los botones de armar y desarmar la alarma. El botón de modo habitada funciona para cuando se desea armar la alarma y los usuarios se quedarán dentro del recinto por lo cual no funcionara el sensor de presencia. Solo se podrá armar la alarma cuando la puerta y la ventana se encuentran cerradas, un indicador mostrará cuál de las dos está abierta. Después de que se encuentre armada la alarma, si algo o alguien la activaran se dará un tiempo para el desarme, esto solo si es el usuario. Al cumplirse el tiempo, se encenderá la sirena y la cámara empezará a tomar fotos, las cuales se guardarán en la dirección configurada en la pestaña *Security cam*. Ver Figura 44.

Figura 44. Pestaña de configuración de la alarma



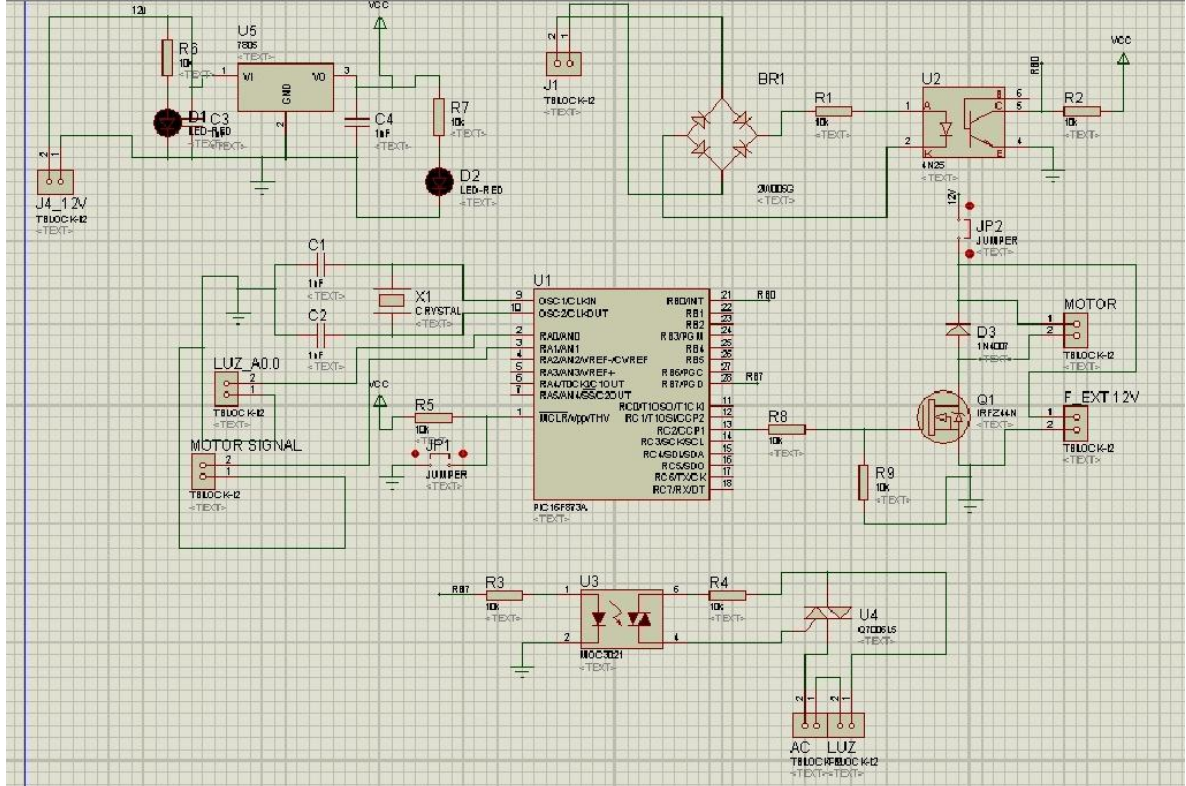
Fuente: creación propia de los autores.

7.2. DISEÑO DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS Y PROGRAMAS EN LABVIEW.

7.2.1. Tarjeta de control de luz interna y ventilador.

Esta tarjeta electrónica cumple con la función de controlar la intensidad de luz y la velocidad del ventilador del cuarto. Mediante un microcontrolador, se reciben las señales analógicas generadas por la tarjeta de adquisición USB6009. El PIC 16f876 para controlar el ventilador toma los valores analógicos de 0V a 5V y con ellos genera a su salida una señal de PWM para variar la velocidad del ventilador. El sistema para controlar la iluminaria cuenta con un circuito que detecta los cruces por 0 de la señal AC. Esta señal es enviada al microcontrolador que la toma y genera una señal en PWM sincronizada con los 60 Hz y esta a su vez controla la compuerta del Triac. En la Figura 45 se pueden ver los componentes del circuito en Proteus y en la Figura 46 se puede ver la foto de la placa ya instalada en el tablero domótico y en la Figura 47 se muestra el código en la Labview.

Figura 45. Circuito de control de luz interna y ventilador.



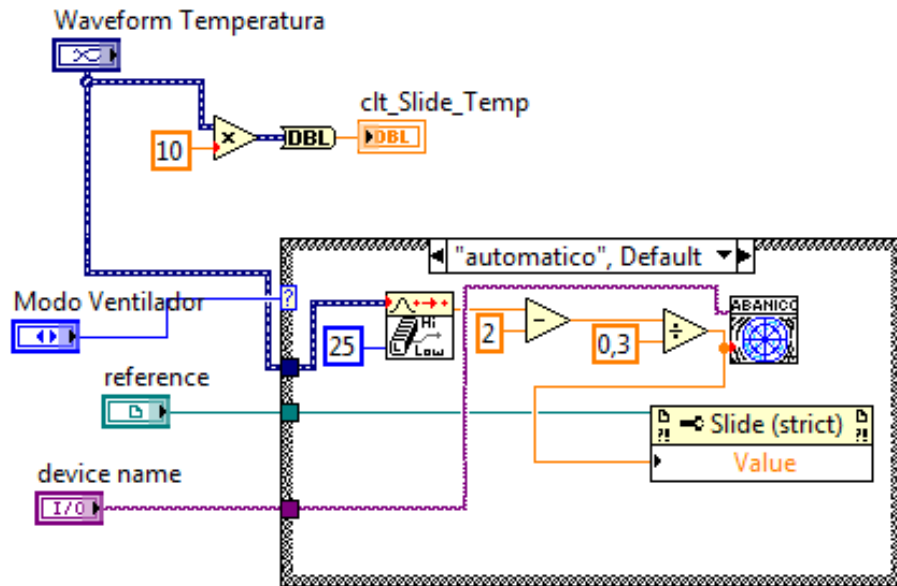
Fuente: creación propia de los autores.

Figura 46. Placa de control de luz interna y ventilador



Fuente: creación propia de los autores.

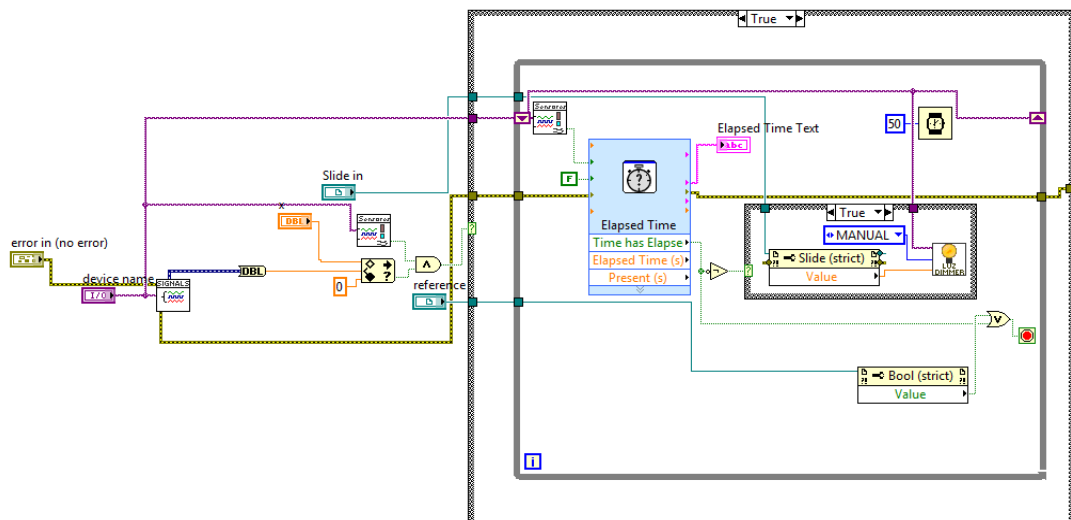
Figura 47. Código para el control de la velocidad del ventilador.



Fuente: creación propia de los autores.

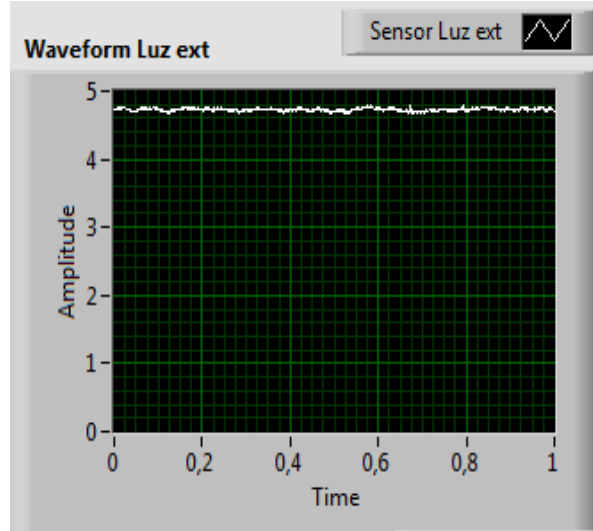
Parte del código general donde se controla la iluminación de la habitación en función a la fotocelda interior y al sensor de presencia. Ver Figura 48 el código en Labview y en la Figura 49 y Figura 50 se observa la señal que genera la fotocelda interior.

Figura 48. Parte del código general donde se controla la iluminación.



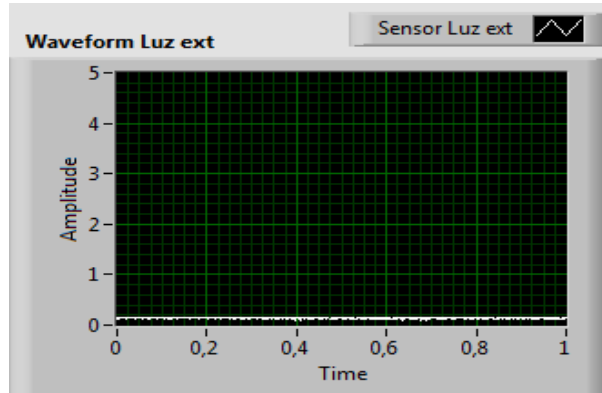
Fuente: creación propia de los autores.

Figura 49. Señal de la fotocelda interior recibiendo luz



Fuente: creación propia de los autores.

Figura 50. Señal de la fotocelda interior sin recibir luz

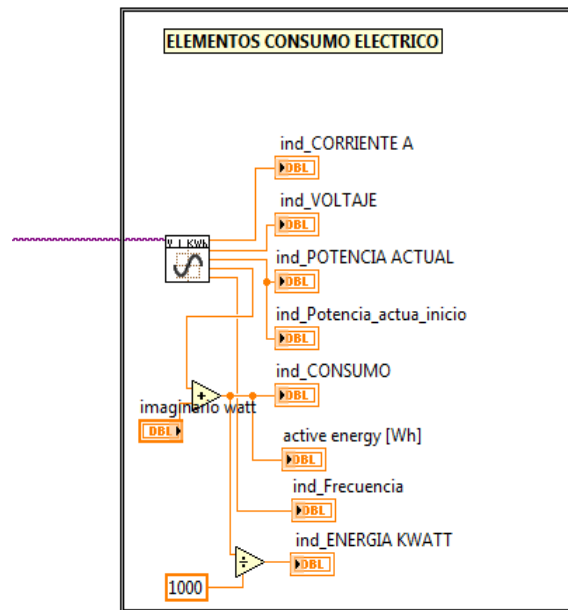


Fuente: creación propia de los autores.

7.2.2. Consumo eléctrico

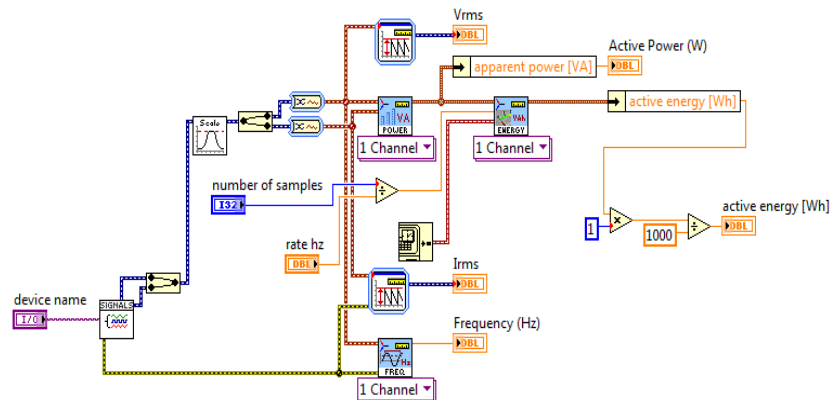
A continuación se verán los códigos en Labview (Figura 52) y las señales generadas por el sensor de voltaje y el de corriente (Figura 53 y Figura 54).

Figura 51. Código de las salidas de medición del consumo eléctrico



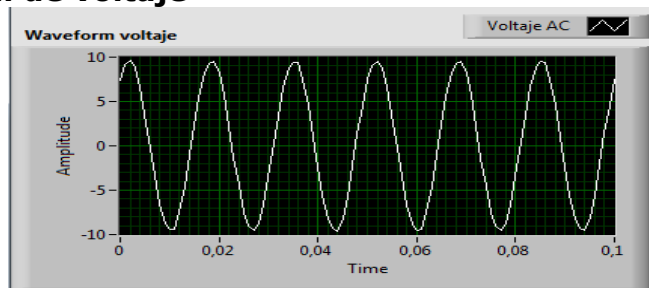
Fuente: creación propia de los autores.

Figura 52. Código de medición del consumo eléctrico



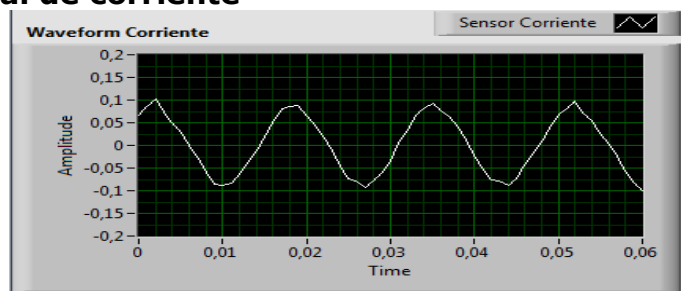
Fuente: creación propia de los autores.

Figura 53. Señal de voltaje



Fuente: creación propia de los autores.

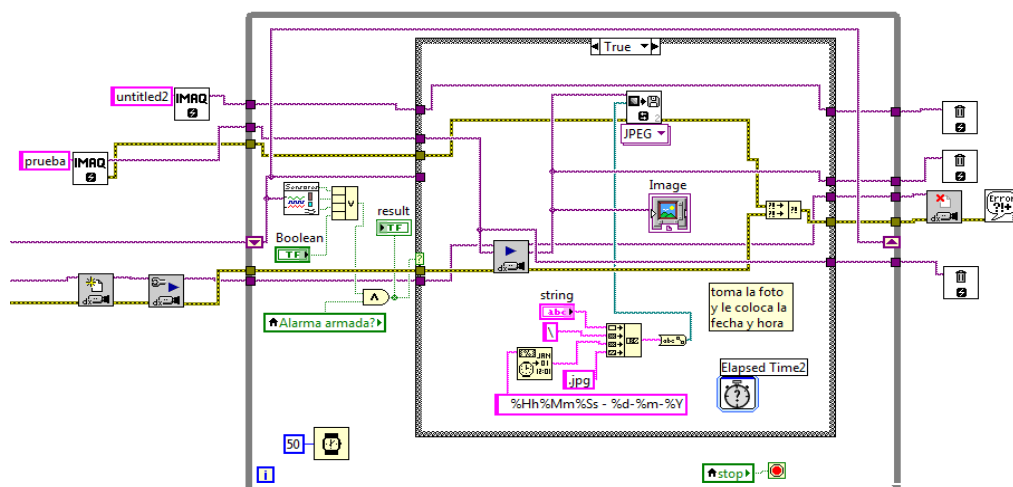
Figura 54. Señal de corriente



Fuente: creación propia de los autores.

7.2.3. Cámara de seguridad

Figura 55. Código para toma de fotos de la cámara

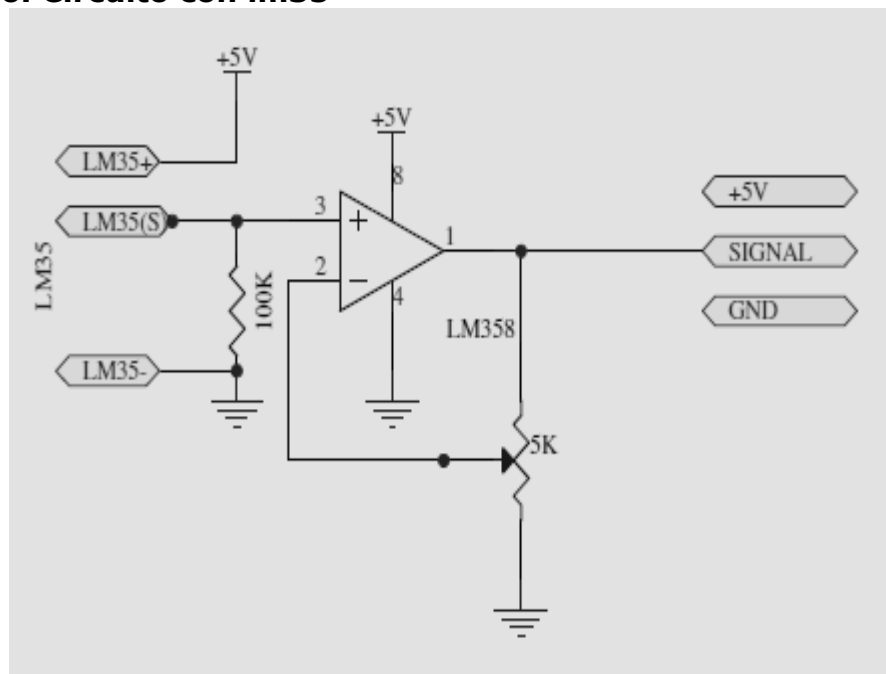


Fuente: creación propia de los autores.

7.2.4. Tarjeta para censar la temperatura

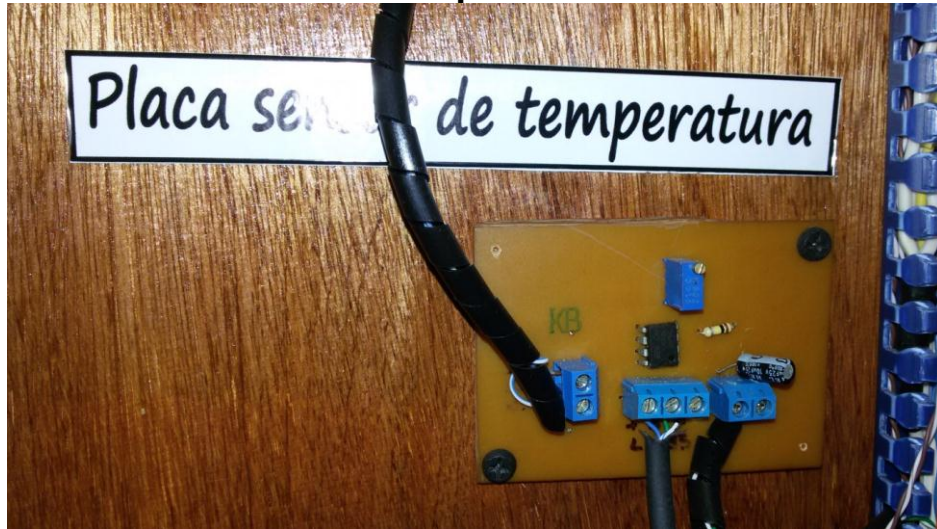
Esta tarjeta electrónica amplifica la señal del sensor de temperatura LM35 a 10 veces su valor. Este valor se seleccionó por medio del potenciómetro de 5K Ω . En la Figura 56 se puede ver los componentes del circuito en Proteus y en la Figura 57 se puede ver la foto de la placa ya instalada en el tablero domótico.

Figura 56. Circuito con Im35



Fuente: creación propia de los autores.

Figura 57. Placa del sensor de temperatura.

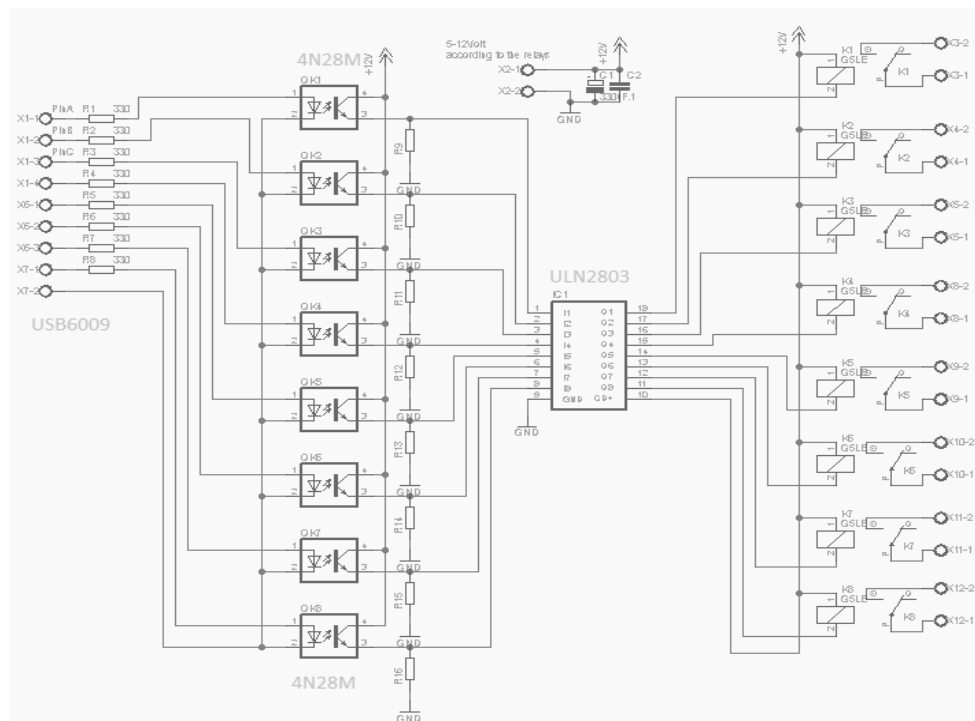


Fuente: creación propia de los autores.

7.2.5. Tarjeta de control de cargas

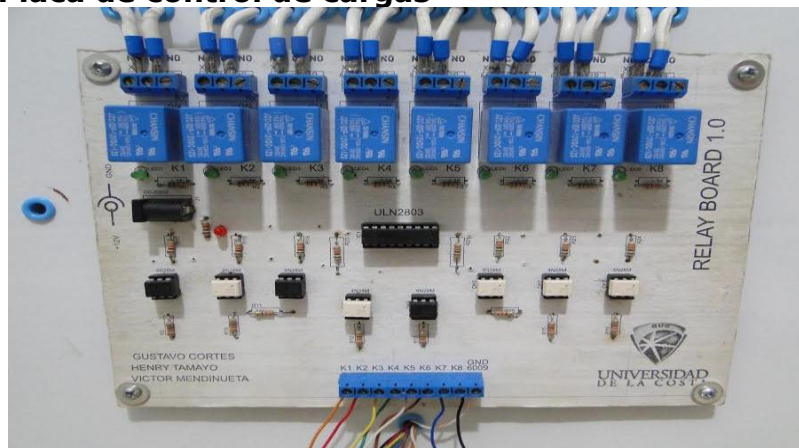
Esta tarjeta de relés es la encargada de separar la parte de control con la parte de potencia. Esta separación se hace por medio de optoacopladores 4N28M. El integrado ULN2803 es un driver que empaqueta 8 transistores de arreglo Darlington y sus respectivos diodos *dámper*, y se utiliza principalmente como interfaz, para acondicionar la señal enviada por la tarjeta de adquisición USB6009, de tal manera que puedan manipular componentes que requieran altas corrientes. En la Figura 58 se puede ver los componentes del circuito en Proteus y en la Figura 59 se puede ver la foto de la placa ya instalada en el tablero domótico y en la Figura 7.29 se puede ver el código en Labview del manejo por software.

Figura 58. Circuito de control de carga



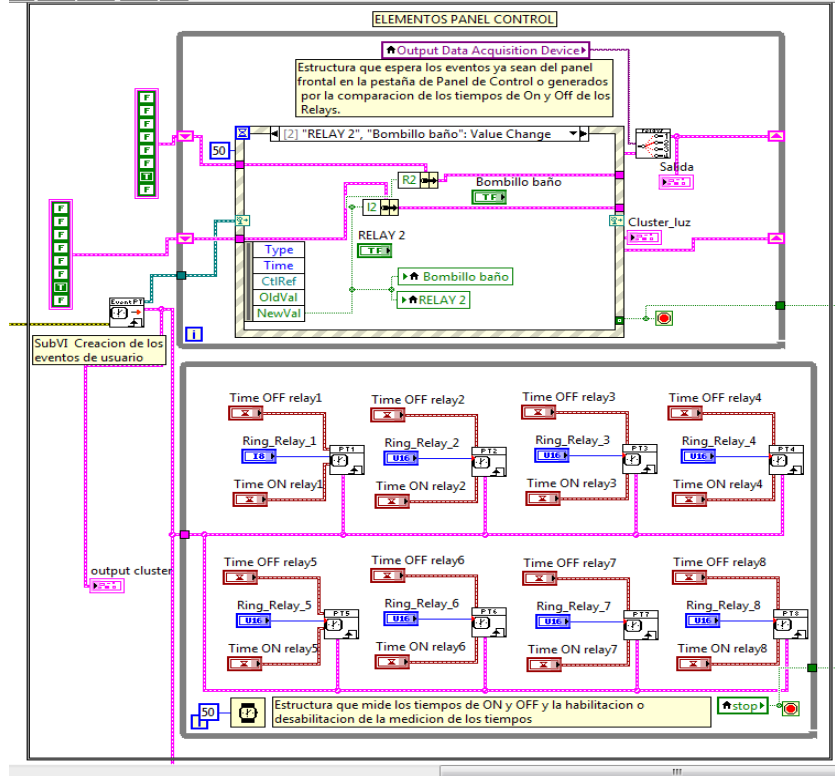
Fuente: creación propia de los autores.

Figura 59. Placa de control de cargas



Fuente: creación propia de los autores.

Figura 60. Código del panel de control de carga.



Fuente: creación propia de los autores.

7.3. DEFINICIÓN METODOLÓGICA DE LOS INSTRUMENTOS ENCUESTA Y ENTREVISTA

7.3.1. Objetivo de la encuesta

Determinar el nivel de incidencia del tablero domótico como herramienta de laboratorio para la cátedra de algunas asignaturas del programa de ingeniería de la Universidad de la Costa CUC.

7.3.2. Objetivos específicos del proyecto a los que apunta la encuesta

- Constatar el grado de manipulación que puede ofrecer a nivel práctico el tablero domótico.
- Verificar la contribución a la enseñanza de los sistemas domóticos en los estudiantes del programa de ingeniería electrónica, del tablero domótico.

7.3.2.1. Metodología de la encuesta

Esta investigación emplea un estudio exploratorio para conocer con mayor profundidad y certeza el estado actual de conocimiento de los docentes y estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa CUC. Para fundamentar este estudio, se emplea como instrumento metodológico una encuesta dirigida a los docentes y estudiantes del programa de ingeniería electrónica, que cumplieran el criterio de estar dedicados a los sectores afines a la domótica, implementación de soluciones con Labview y la educación.

Una vez conformado este grupo de docentes y estudiantes, se procedió a confirmar que cumplan el perfil de estudio, siendo posible en esta etapa que el grupo de seleccionados disminuyera. Finalmente, se obtuvo un grupo de docentes y estudiantes susceptibles de aplicación del instrumento, se establecieron criterios de confidencialidad para la aplicación de la encuesta y se confirmó la aceptación y disposición a participar en el estudio. En esta etapa se encontró que algunos docentes

y estudiantes no estuvieron disponibles a participar, lo cual redujo el número de personas estudiadas.

Con un banco definitivo de docentes y estudiantes, y un instrumento definido se procedió a realizar la aplicación del instrumento. Por tratarse de una encuesta a docentes de la universidad, este proceso se llevó a cabo en las instalaciones de los laboratorios de la misma. Sin importar en qué lugar o a cuantas personas se le aplicó el instrumento al mismo tiempo, el procedimiento fue el mismo.

La metodología de aplicación del instrumento es la siguiente: se inicia con un saludo y la presentación de los investigadores que moderarán la sesión, estos se encargarán de mostrar por medio de una aplicación hecha en Labview todo el funcionamiento del tablero didáctico domótico y aclarar las dudas a los docentes sobre el objetivo del estudio realizado y de su investigación, los investigadores resaltan por qué es importante y valioso que hayan decidido participar, y mostrar agradecimiento por su colaboración. Seguidamente, el moderador realizará una breve descripción de la estructura de la encuesta, la forma cómo debe responderse y le entrega copias al grupo de personas en estudio. El encuestado procederá a responder el cuestionario leído por el moderador. Toda la sesión tendrá una duración de 30 minutos.

La segunda sesión se realizó con los estudiantes de una asignatura en la cual el principal requisito es que manejen la plataforma de desarrollo Labview. Los investigadores se encargarán de mostrar por medio de una

aplicación hecha en Labview todo el funcionamiento del tablero domótico y aclarar las dudas a los estudiantes sobre el objetivo del estudio realizado y de su investigación. Después se les expuso dos ejercicios y al final respondieron un cuestionario para saber su apreciación al interactuar con el tablero.

7.3.2.2. Población de estudio

Este cuestionario está dirigida a los docentes y estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa CUC de la ciudad de Barranquilla.

7.3.2.3. Definiciones fundamentales del estudio

Para diseñar el cuestionario se siguen unos pasos que ayudan a la generación de preguntas. Para esto se establecen inicialmente una lista de definiciones que buscan encaminar los objetivos de cada pregunta y qué se pretende medir o investigar con ellas. Estas definiciones son:

7.3.2.4. ¿Qué va a ser medido?

Va a ser medido la asimilación, la efectividad, la aplicabilidad y la satisfacción de los docentes y estudiantes con respecto al tablero domótico.

7.3.2.5. ¿Qué o quiénes van a ser medidos?

Los docentes y los estudiantes del programa de ingeniería de la Universidad de la Costa afines con sector de la domótica.

7.3.2.6. ¿Cuándo?

Según cita o fecha acordada con los encuestados.

7.3.2.7. ¿Dónde?

En el laboratorio de automatización de la institución, según su disponibilidad.

7.3.2.8. ¿Propósito?

Conocer con mayor detalle si el tablero domótico puede ser una herramienta de fácil uso y manipulación para la cátedra de algunas asignaturas del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa.

7.3.2.9. ¿Definiciones operacionales?

Se busca obtener información sobre:

- El nivel de asimilación de las temáticas que proporcionaría el uso del tablero didáctico en desarrollo de la asignatura.
- El nivel de aplicación del tablero didáctico que pueden tener los docentes en las actividades realizadas en sus asignaturas.
- La satisfacción de los docentes en la utilización del tablero didáctico para mejorar la aprehensión de los conocimientos en los estudiantes.
- La efectividad del tablero didáctico en la mejora para enseñar en las asignaturas.

7.3.2.10. ¿Datos a obtener?

Respuestas escritas cuantificables.

7.3.2.11. Diseño de la encuesta

Para el diseño de la encuesta en primera medida se identifican las variables a medir y los indicadores de cada una. A partir de estos, se redactan las preguntas que permitirán conseguir la información necesaria para constituir la medición de la variable.

- **Asimilación:** “Comprender lo que se aprende, incorporarlo a los conocimientos previos”[33]
- **Efectividad:** “Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera”[34]
- **Aplicabilidad:** “Emplear, administrar o poner en práctica un conocimiento, medida o principio, a fin de obtener un determinado efecto o rendimiento en alguien o algo”[35]
- **Satisfacción:** “Cumplir, llenar ciertos requisitos o exigencias”[36]

El diseño de la encuesta se encuentra resumido en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resumen del diseño de la encuesta

Variable	Indicador	Item (preguntas)
Asimilación	• Nivel de asimilación	6, 7, 8, 9
	• Nivel de interés	3, 4
	• Nivel de conocimientos previos.	1, 2, 14, 15
Efectividad	• Cumple con los requisitos para dictar una clase	12, 24

	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de la efectividad 	13, 19
Aplicabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación en las asignaturas 	10, 21, 22
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de usabilidad 	16, 17, 18, 20
Satisfacción	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de satisfacción 	5, 25, 26
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de aceptación 	11, 23

Encuesta Para Los Estudiantes

1) ¿Con qué frecuencia utiliza Labview?

- a) Muy frecuente
- b) Frecuente
- c) Ocasionalmente
- d) Pocas veces
- e) No lo utilizo

2) ¿Qué nivel de conocimiento posee sobre la programación gráfica en Labview?

- a) Experto
- b) Bueno
- c) Regular

- d) Inexperto
 - e) No lo ha utilizado
- 3) ¿Qué nivel de interés le genera la programación en Labview?
- a) Muy interesado
 - b) Interesado
 - c) Medianamente interesado
 - d) Poco interesado
 - e) No estoy interesado
- 4) ¿Qué nivel de interés tiene en aprender sobre sistemas domóticos?
- a) Muy interesado
 - b) Interesado
 - c) Medianamente interesado
 - d) Poco interesado
 - e) No estoy interesado
- 5) Valore la calidad y presentación del tablero domótico:
- a) Excelente
 - b) Buena
 - c) Regular
 - d) Mala
 - e) Pésima
- 6) ¿Qué nivel de dificultad le representó la manipulación del tablero domótico?
- a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Medio
 - d) Bajo
 - e) Ninguna
- 7) ¿Considera que la guía rápida es..?

- a) Muy comprensible
- b) Comprensible
- c) Medianamente comprensible
- d) Poco comprensible
- e) No es comprensible

8) ¿Considera que la explicación dada por el grupo del proyecto fue..?

- a) Muy comprensible
- b) Comprensible
- c) Medianamente comprensible
- d) Poco comprensible
- e) No es comprensible

9) Valore el nivel de dificultad de la práctica desarrollada.

- a) Muy fácil
- b) Fácil
- c) Medio
- d) Difícil
- e) No fue posible realizarla

10) ¿Cuál es el grado de importancia para usted de la enseñanza de la domótica en su formación como profesional?

- a) Muy importante
- b) Importante
- c) Indiferente
- d) Poco importante
- e) No es importante

11) ¿Considera adecuado que el tablero domótico se incluya como herramienta de enseñanza en las asignaturas del programa?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo

- c) Indiferente
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

Encuesta Para Los Docentes

- 12) ¿Qué nivel de importancia le da usted como docente a la competencia de programación con Matlab/Simulink?
- a) Muy importante
 - b) Importante
 - c) Medianamente importante
 - d) Poco importante
 - e) No es importante
- 13) ¿Qué nivel de importancia le da usted como docente a la competencia de programación con Labview?
- a) Muy importante
 - b) Importante
 - c) medianamente importante
 - d) Poco importante
 - e) No es importante
- 14) ¿Qué nivel de conocimiento posee sobre la programación gráfica en Labview?
- a) Experto
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Inexperto
 - e) No lo ha utilizado

- 15) ¿Sabe usted que la universidad adquirió una plataforma de desarrollo de National Instruments llamada Labview para desarrollo de proyectos de ingeniería con todos los *toolkits*?
- a) Si__
 - b) No__
- 16) ¿Qué nivel de dificultad le representó la instalación del tablero domótico y puesta en marcha del programa hecho en Labview (VI)?
- a) Dificultad excesiva
 - b) Dificultad alta
 - c) Dificultad media
 - d) Poca dificultad
 - e) Sin dificultad
- 17) Al probar los diferentes dispositivos en el tablero con los VI de prueba ¿cómo le pareció?
- a) Muy intuitivo
 - b) Intuitivo
 - c) Moderadamente intuitivo
 - d) Poco intuitivo
 - e) No es intuitivo
- 18) ¿Considera que la guía rápida y lo explicado en la sección es comprensible para el docente y los estudiantes que desarrollaran las prácticas pertinentes?
- a) Totalmente comprensible
 - b) Moderadamente comprensible
 - c) Indiferente
 - d) Poco comprensible
 - e) No es comprensible

- 19) ¿En qué grado de efectividad considera que se logrará desarrollar las competencias relacionadas del programa de ingeniería electrónica, con el uso de la práctica y el tablero domótico?
- a) Muy efectivo
 - b) Efectivo
 - c) Medianamente efectivo
 - d) Poco efectivo
 - e) No es efectivo
- 20) Dado que en el tablero se simulan situaciones comunes de sistemas domóticos, ¿cree usted que se facilita el aprendizaje y entendimiento de la domótica mediante su uso?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d) En desacuerdo
 - e) Muy en desacuerdo
- 21) ¿Considera que el uso del tablero sirve como un apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas relacionadas
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) De acuerdo
 - c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d) En desacuerdo
 - e) Muy en desacuerdo
- 22) ¿Qué grado de aplicabilidad considera que tiene el tablero en su asignatura?
- a) Totalmente aplicable

- b) Aplicable
- c) Indiferente
- d) Poco aplicable
- e) No es aplicable
- f) Asignatura _____

23) En el proceso de fortalecimiento de los laboratorios del área de automatización y control el tablero domótico puede llegar a ser (se puede escoger más de una opción):

- a) __Una herramienta para enseñar el manejo de sensores y actuadores.
- b) __Una herramienta para hacer mediciones de energía eléctrica.
- c) __Una herramienta para enseñar programación en Labview.
- d) __Una herramienta para enseñar teoría de control.
- e) Ninguna de las anteriores.
- f) Otra. ¿Cuál? _____

24) ¿El tablero domótico puede llegar a cumplir con la exigencia para poder impartir una clase en su asignatura?

- a) Muy de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Muy en desacuerdo

25) ¿El tablero domótico cumple con el nivel de satisfacción esperado

- a) Muy satisfecho
- b) Satisfecho
- c) Indiferente

- d) Poco satisfecho
 - e) Nada satisfecho
- 26) Valore la calidad y presentación del tablero domótico:
- a) Excelente
 - b) Buena
 - c) Regular
 - d) Mala
 - e) Pésima

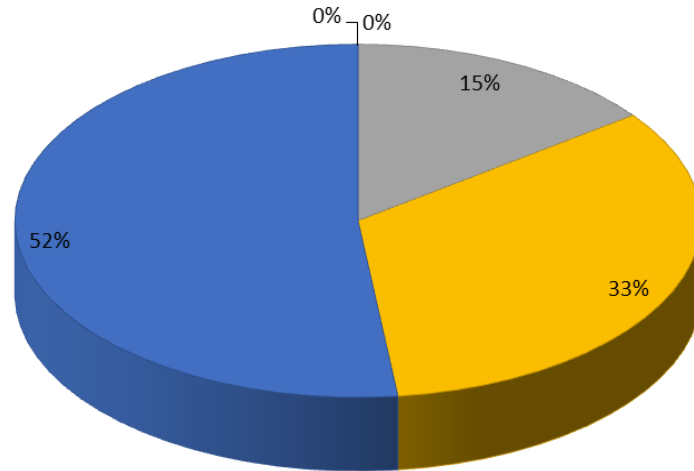
Resultado de las encuestas

A continuación se expondrán los resultados de las encuestas realizadas a los docentes y estudiantes de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa CUC. Después se presentan la de los estudiantes, todas las gráficas de los resultados fueron creadas por los autores.

- Resultado de la encuesta hecha a los docentes de la universidad de la Costa.

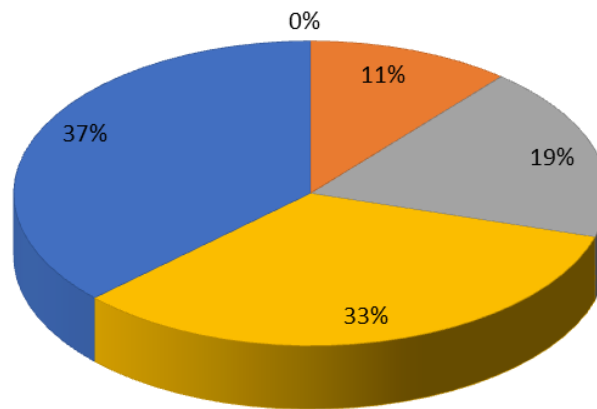
1. ¿Con qué frecuencia utiliza Labview?

■ Muy frecuente ■ Frecuente ■ Ocasionalmente ■ Pocas veces ■ No lo utilizo



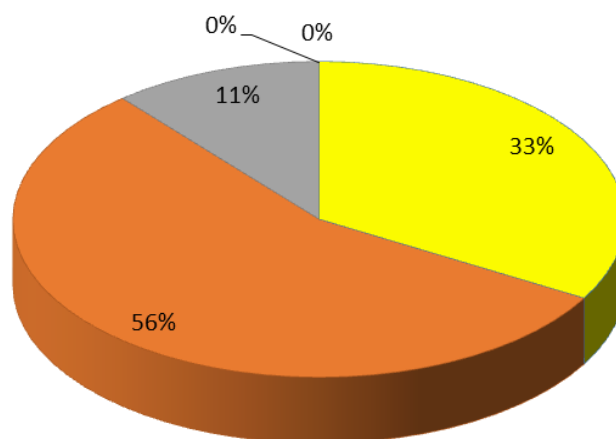
2. ¿Qué nivel de conocimiento posee sobre la programación gráfica en Labview?

■ Experto ■ Bueno ■ Regular ■ Inexperto ■ No lo ha utilizado



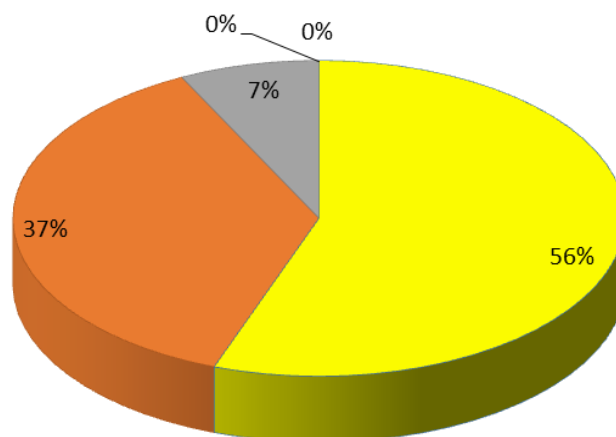
3. ¿Qué nivel de interés le genera la programación en Labview?

Muy interesado Interesado Medianamente
Poco Interesado No estoy interesado



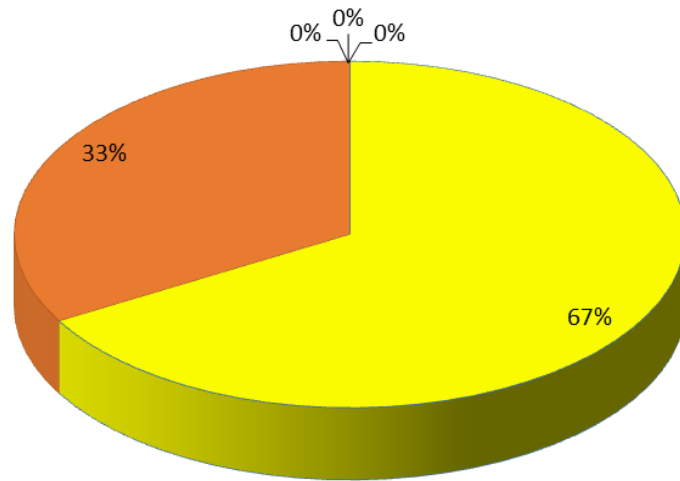
4. ¿Qué nivel de interés tiene en aprender sobre sistemas domóticos?

Muy interesado Interesado Medianamente
Poco Interesado No estoy interesado



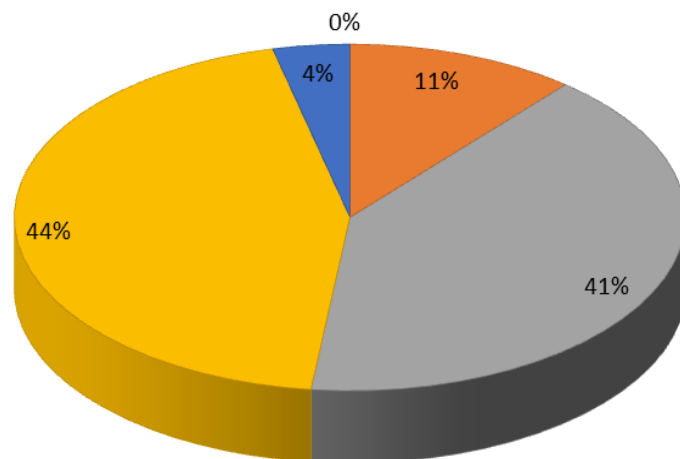
5. Valore la calidad y presentación del tablero domótico:

■ Excelente ■ Bueno ■ Regular ■ Mala ■ Pésima



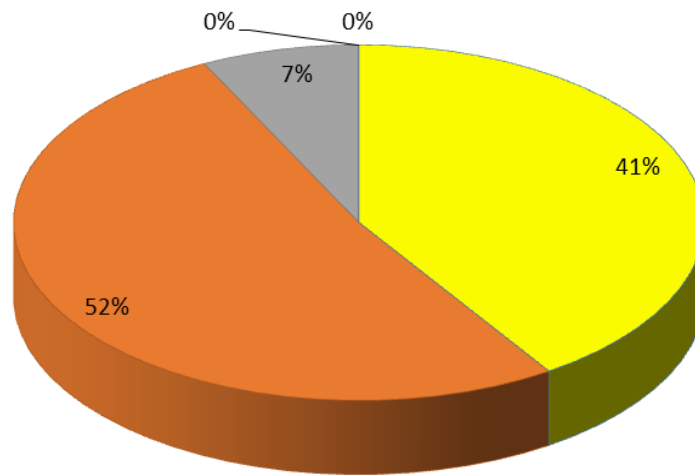
6. ¿Qué nivel de dificultad halló al manipular el tablero domótico?

■ Muy alto ■ Alto ■ Medio ■ Bajo ■ Ninguno



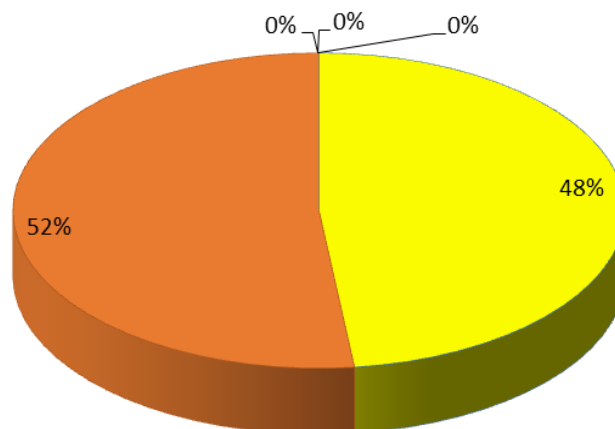
7. ¿Considera que la guía rápida es..?

Muy Comprensible Comprensible Medianamente
Poco comprensible No es comprensible



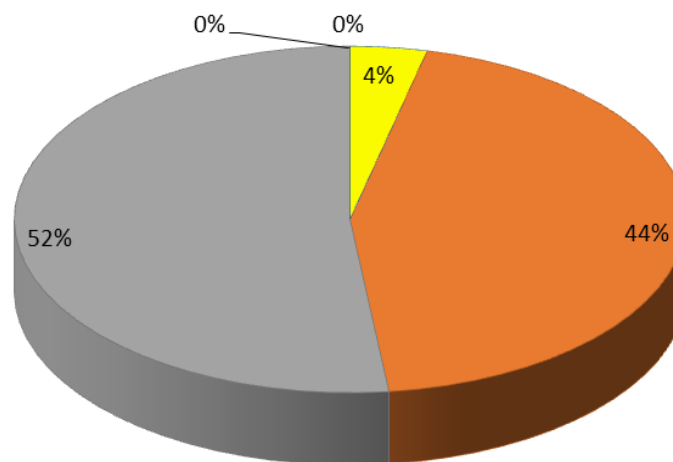
8. ¿Considera que la explicación dada por el grupo del proyecto fue..?

Muy Comprensible Comprensible Medianamente
Poco comprensible No es comprensible



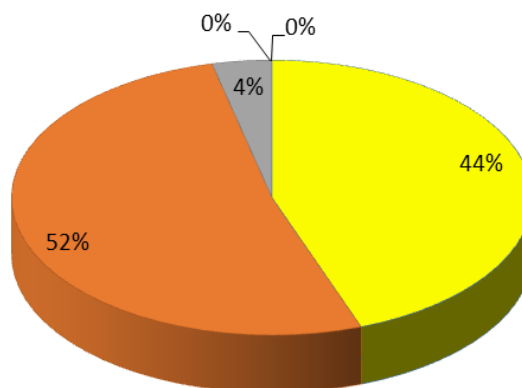
9. Valore el nivel de dificultad de la práctica desarrollada.

■ Muy fácil
 ■ Fácil
 ■ Medio
 ■ Difícil
 ■ No fue posible realizarla



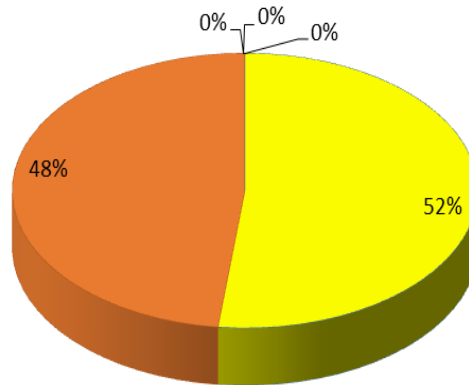
10. ¿Cuál es el grado de importancia para usted de la enseñanza de la domótica en su formación como profesional?.

■ Muy importante
 ■ Importante
 ■ Indiferente
 ■ Poco importante
 ■ No fue posible realizarla



11.¿Considera adecuado que el tablero domótico se incluya como herramienta de enseñanza en las asignaturas del programa?

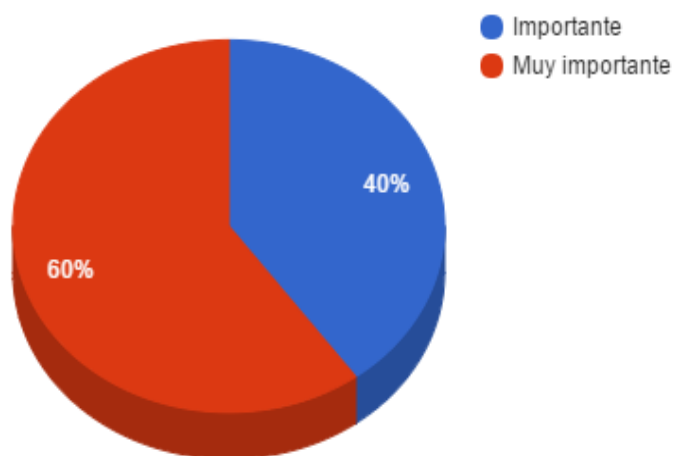
■ Totalmente de acuerdo ■ De acuerdo ■ Indiferente
■ En desacuerdo ■ Totalmente en desacuerdo



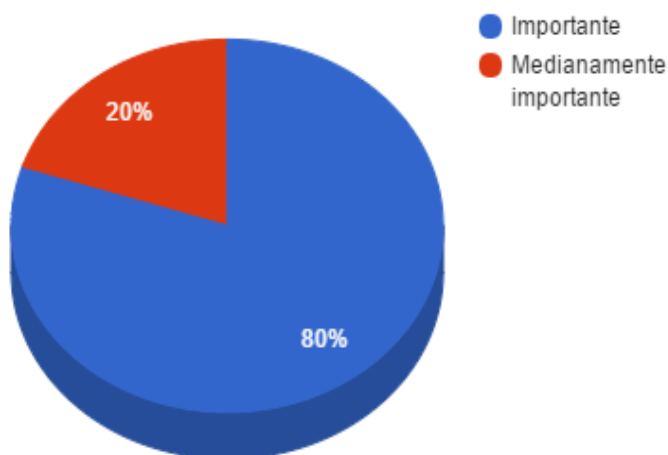
Esta encuesta realizada a 27 estudiantes de los semestres de 8 y 9 de las asignaturas de “telemática” y la electiva de profundización “Programación avanzada de microcontroladores”, se puede observar que los estudiantes sintieron interés por el tema de sistemas domóticos y que al interactuar con el tablero domótico, les fue fácil de manipular.

- **Resultado de la encuesta hecha a los docentes de la universidad de la Costa. (Todas las gráficas son fuentes propias).**

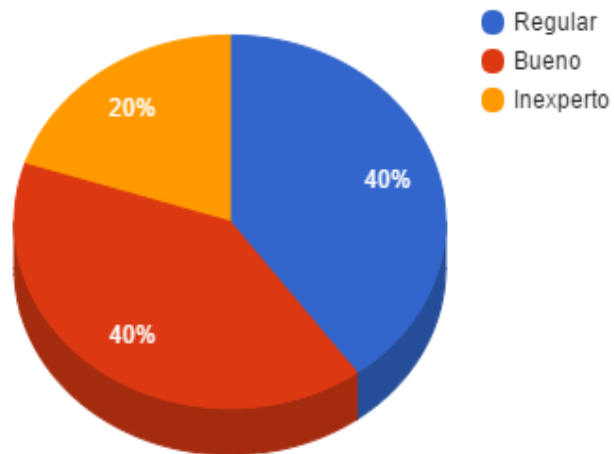
12. ¿Qué nivel de importancia le da usted como docente a la competencia de programación con Matlab/Simulink?



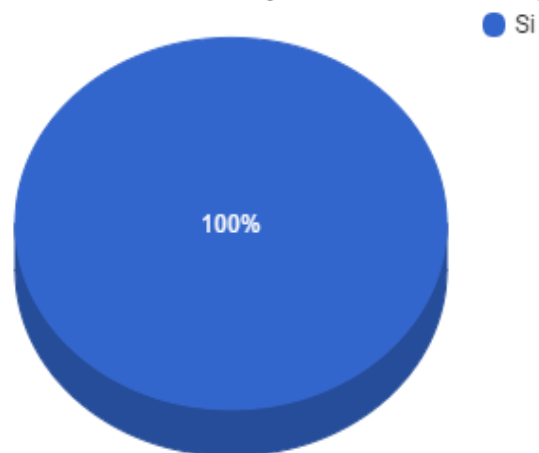
13. ¿Qué nivel de importancia le da usted como docente a la competencia de programación con Labview?



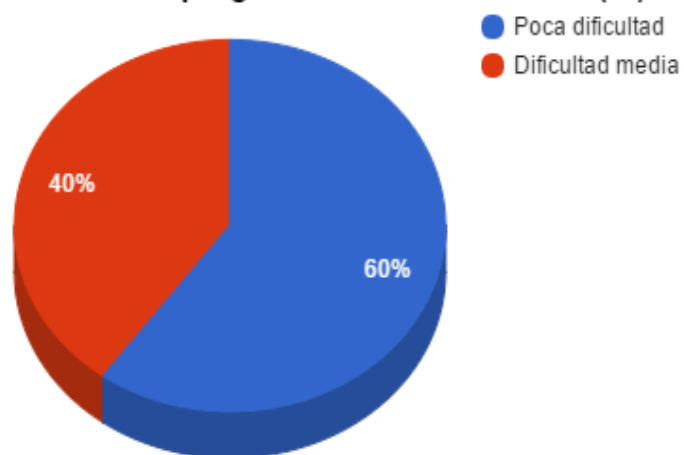
14. ¿Qué nivel de conocimiento posee sobre la programación gráfica en Labview?



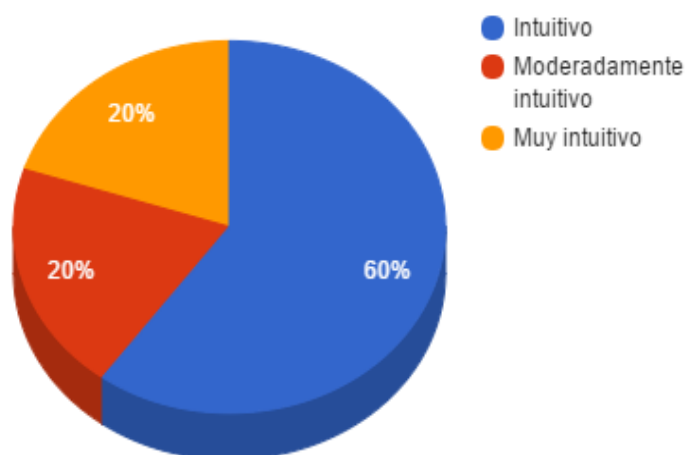
15. ¿Sabe usted que la universidad adquirió una plataforma de desarrollo de National Instrument llamada LabView para desarrollo de proyectos...



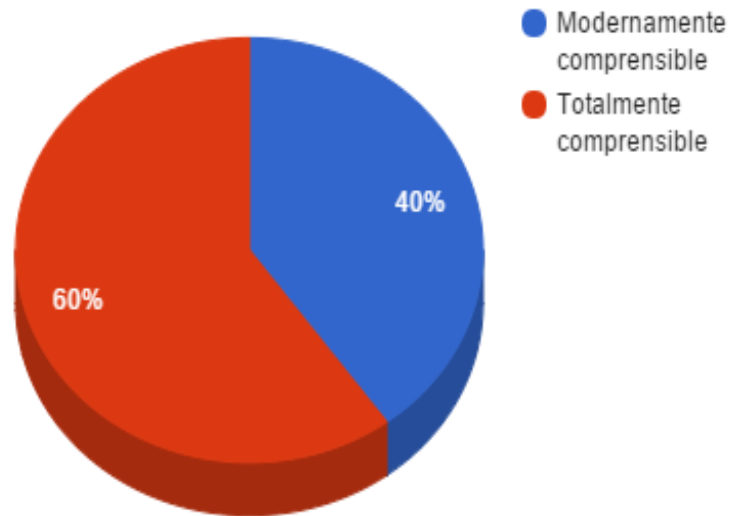
16. ¿Qué nivel de dificultad le representó la instalación del tablero domótico y puesta en marcha del programa hecho en Labview (VI)?



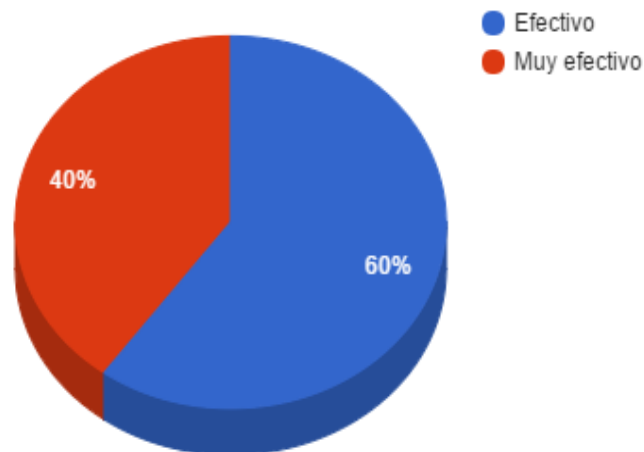
17. Al probar los diferentes dispositivos en el tablero con los VI de prueba ¿como le pareció?



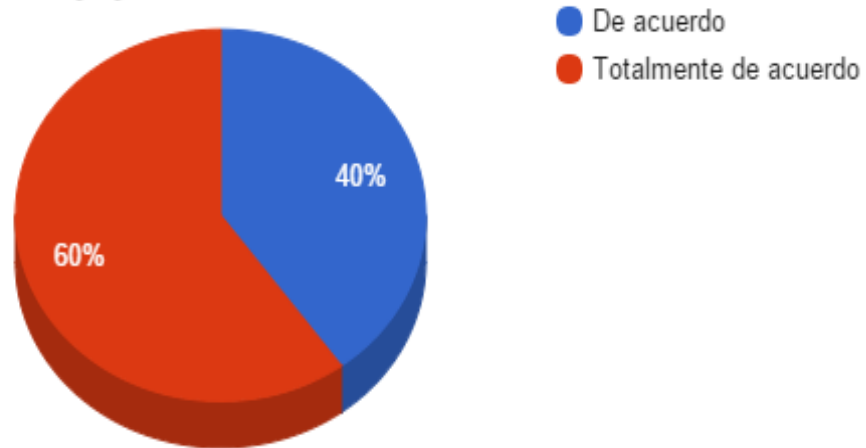
18. ¿Considera que la guía rápida y lo explicado en la sección es comprensible para el docente y los estudiantes que desarrollaran las práctica...



19. ¿En qué grado de efectividad considera que se logrará desarrollar las competencias relacionadas del programa de ingeniería electr...



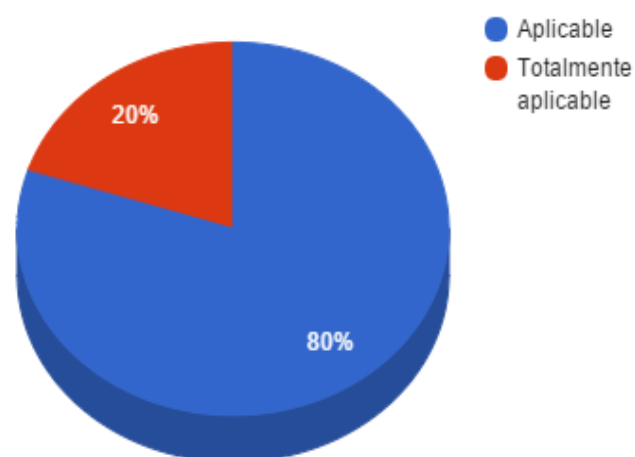
20. Dado que en el tablero se simulan situaciones comunes de sistemas domóticos, ¿cree usted que se facilita el aprendizaje y entendimiento de la domótica mediante su uso?



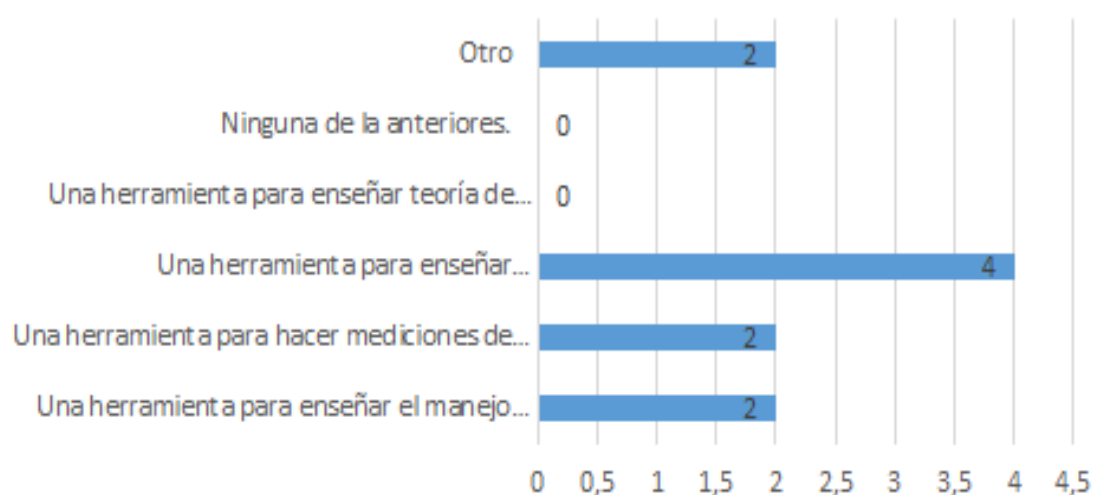
21. ¿Considera que el uso del tablero sirve como un apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas relacionadas?



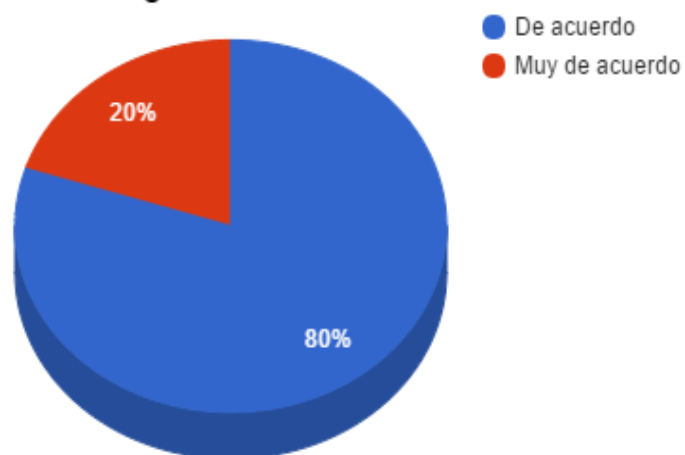
22. ¿Qué grado de aplicabilidad considera que tiene el tablero en su asignatura?



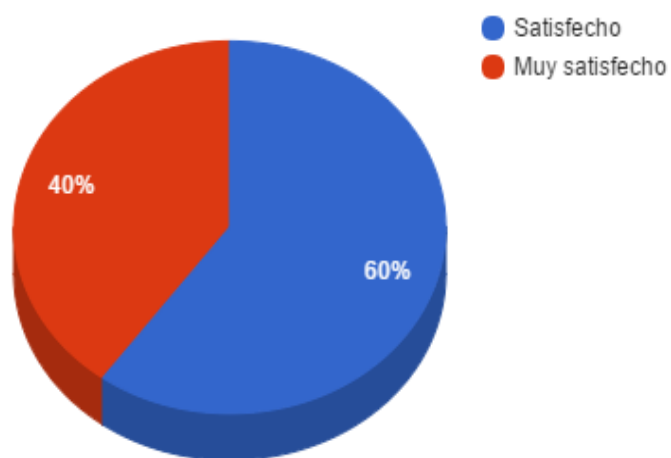
23. En el proceso de fortalecimiento de los laboratorios del área de automatización y control el tablero domótico puede llegar a ser:



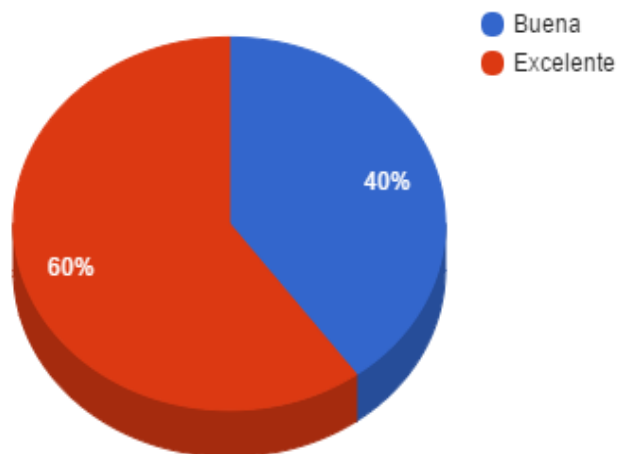
24. El tablero domótico puede llegar a cumplir con la exigencia para poder impartir una clase en su asignatura?



25. ¿El tablero domótico cumple con el nivel de satisfacción esperada?



26. Valore la calidad y presentación del tablero domótico:



Esta encuesta realizada a 6 docentes de la facultad de ingeniería electrónica, se puede observar que los docentes sintieron interés por el tema de sistemas domóticos y que al ver cómo funcionaba el tablero domótico, estuvieron de acuerdo en que cumple con las exigencias requeridas para impartir clases.

8. CONCLUSIONES

En cuanto a los dos primeros objetivos de identificación de las variables de monitoreo y control del sistema domótico, se tomaron las de más relevancia en una vivienda. Estas variables se clasificaron en tres grupos que conforman la temática de la domótica: Confort, seguridad y gestión energética. En el grupo de confort se agregaron las variables de temperatura para controlar la velocidad del ventilador, se controla la intensidad lumínica del cuarto que el usuario elija. En el grupo de seguridad se identificaron las variables de fugas de gas, detección de un incendio que genere humo para controlar la electroválvula de gas; las aperturas de ventanas, puertas y la monitorización de la presencia de extraños en el interior de la casa para la activación de una sirena. En el grupo de gestión energética se monitorizan las variables de voltaje, corriente, potencia consumida, la energía, presencia de los usuarios en el recinto y el nivel de luminosidad del exterior.

Los estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de la Costa, experimentaron con la interfaz realizada en Labview, resaltando la facilidad de manipulación. Con esto, se les dio una visión a los estudiantes del potencial con el que cuenta Labview y a su vez el uso de todas las herramientas brindadas por el tablero. La unión del software y el tablero brindará a los estudiantes la posibilidad de desarrollar aplicaciones en la domótica.

Efectivamente, a través del desarrollo del tablero domótico y las prácticas de laboratorio formuladas para que el alumno interactúe de una forma práctica en la temática de la domótica, se tiene la certeza de que la incorporación del tablero domótico y Labview como herramientas de trabajo para los alumnos de ingeniería electrónica de la CUC, es sin duda un gran aporte a nivel tecnológico y una puerta de entrada a oportunidades de negocio.

Se pudo demostrar que Labview no solo se basa en monitoreo y análisis de señales a nivel industrial, sino que puede ser utilizado para desarrollos relacionados con otras temáticas, como en este caso que se logró simular la seguridad, confort y gestión energética de una vivienda.

Para concluir, se verificó que el tablero didáctico pudiera llegar a ser un recurso para el aprendizaje de la domótica. Se realizaron unas guías de laboratorio, las cuales los estudiantes y docentes tuvieron la oportunidad de realizar. A partir de esta experiencia se realizaron unas encuestas las cuales nos brindaron las siguientes conclusiones.

1. Que los estudiantes poco utilizan Labview porque en las materias poco se implementan soluciones con esta plataforma.
2. Se puede observar que los estudiantes sintieron interés por el tema de sistemas domóticos y que al interactuar con el tablero, les fue de fácil manipulación.
3. Se puede observar que los docentes sintieron interés por el tema de sistemas domóticos y que al ver cómo funcionaba el tablero, estuvieron de acuerdo en que cumple con las exigencias requeridas para impartir en sus clases

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Diccionario de la lengua española.» [En línea]. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=domotica>. [Accedido: 04-may-2015].
- [2] I. W. Redjinn, «La Domótica como Solución de Futuro (2007) - Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid -FENERCOM.» [En línea]. Disponible en: <http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=76>. [Accedido: 03-sep-2015].
- [3] M. V. MIGUEL, *INSTALACIONES DOMOTICAS*. Editorial Paraninfo.
- [4] I. A. Uribe y C. M. Correa, «Investigación del mercado domótico colombiano», *El Cuaderno Ciencias Estratégicas*, vol. 1, n.º 2, pp. 89-94, 2007.
- [5] C. R. Morales, F. J. V. Serrano, y C. D. C. Lozano, *Domótica e inmótica. Viviendas y Edificios Inteligentes. 2a Edición*. Ra-Ma, 2006.
- [6] «¿Qué es NI LabVIEW? - National Instruments.» [En línea]. Disponible en: <http://www.ni.com/labview/whatis/esa/>. [Accedido: 11-abr-2013].
- [7] «Crisis por clima: guajiros y samarios, azotados por falta de lluvias - Otras ciudades - El Tiempo», *eltiempo.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/sequia-en-colombia-crisis-en-la-guajira-santa-marta-y-costa-caribe/14238479>. [Accedido: 04-jul-2015].
- [8] «Ríos secos y altas temperaturas por la sequía en la Costa Caribe», *Noticias RCN*. [En línea]. Disponible en: <http://www.noticiasrcn.com/nacional-pais/rios-secos-y-altas-temperaturas-sequia-costa-caribe>. [Accedido: 04-jul-2015].
- [9] P. L. Llamas, «Eficiencia energética y medio ambiente», *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, n.º 847, pp. 75-92, 2009.
- [10] Ministerio de minas y enegia, «MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA», 06-ene-2010. [En línea]. Disponible en: http://www.minminas.gov.co/minminas/kernel/usuario_externo_normatividad/form_consultar_normas.jsp?parametro=2245&site=18. [Accedido: 19-abr-2012].
- [11] UPME, «Proyecciones de Demanda.» [En línea]. Disponible en: <http://www.siel.gov.co/Inicio/Demanda/ProyeccionesdeDemanda/tabid/97/Default.aspx?PageContentID=70>. [Accedido: 03-sep-2015].

- [12] Ministerio de minas y energía, «Sector Energía Eléctrica», Colombia, 05, 2011.
- [13] «Cada dos horas se presenta un robo de casa en Bogotá - Archivo - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990», *eltiempo.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12184821>. [Accedido: 20-may-2015].
- [14] «Fuga de gas causó explosión en vivienda de Manizales.» [En línea]. Disponible en: <http://www.caracol.com.co/noticias/regionales/fuga-de-gas-causo-explosion-en-vivienda-de-manizales/20150511/nota/2755803.aspx>. [Accedido: 20-may-2015].
- [15] Ronald Zamora Musa, *Análisis de requerimientos para la implementación de laboratorios remotos*. Barranquilla: Educosta, 2011.
- [16] S. Junestrand, X. Passaret, y D. Vázquez, *Domótica y hogar digital*. Editorial Paraninfo, 2004.
- [17] J. M. Huidobro y R. J. M. Tejedor, *Manual de domótica*. Creaciones Copyright SL, 2010.
- [18] «Historia de la domotica: pasado, presente y futuro - 1. Introducción: La revolución Domótica - DomoPrac - Domotica practica paso a paso.» [En línea]. Disponible en: <http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro/1.-introduccion-la-revolucion-domotica.html>. [Accedido: 26-ago-2015].
- [19] «La domótica sigue ganando terreno - Archivo - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990», *eltiempo.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3816951>. [Accedido: 22-nov-2014].
- [20] «Domótica: casas bajo control - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990», *eltiempo.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3234281>. [Accedido: 30-jul-2015].
- [21] «Demanda y Eficiencia Energética | UPME.» [En línea]. Disponible en: <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>. [Accedido: 27-ago-2015].
- [22] Ministerio de minas y enegia, «MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA», 06-ene-2010. [En línea]. Disponible en: http://www.minminas.gov.co/minminas/kernel/usuario_externo_nor

- matividad/form_consultar_normas.jsp?parametro=2245&site=18.
[Accedido: 19-abr-2012].
- [23] C. T. García, *Instalaciones domóticas*. Cano Pina S.L., 2011.
 - [24] Cedom, «Qué es Domótica.» [En línea]. Disponible en:
<http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>. [Accedido:
27-ago-2015].
 - [25] CEDOM, «Qué es Inmótica.» [En línea]. Disponible en:
<http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-inmotica>. [Accedido:
26-ago-2015].
 - [26] Antonio Serna Ruiz, Francisco Antonio Ros Gacia, y Juan Carlos Rico Noguera, *GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES*. Creaciones Copyright SL, 2010.
 - [27] «Lámpara halógena», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 17-feb-2014.
 - [28] «Zumbador», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 01-mar-2014.
 - [29] J. C. M. Castillo, *Instalaciones domóticas*. Editex, 2009.
 - [30] J. M. H. Moya y J. M. Huidobro, *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Editorial Paraninfo, 2006.
 - [31] J. R. L. Vizcaíno y J. P. Sebastiá, *LabView: Entorno gráfico de programación*. Marcombo, 2007.
 - [32] «Fundamentos del Entorno de NI LabVIEW -National Instruments.»
[En línea]. Disponible en:
[http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.h
tm](http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm). [Accedido: 02-ago-2013].

ANEXO A



Guía rápida de uso

Manejo básico del tablero domótico



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970



 UNIVERSIDAD DE LA COSTA 1970	REPUBLICA DE COLOMBIA UNIVERSIDAD DE LA COSTA (C.U.C) FACULTAD DE INGENIERÍA	Guía No.	I
		Formato	FT-LA-01
		Versión	V-0.1

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN

Práctica de Laboratorio. Manejo básico del tablero domótico

Universidad de la Costa CUC

2015



1 Contenido

1. Objetivos	4
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.	4
3. Introducción.....	5
4. Plataforma de hardware	6
4.1 La tarjeta NI USB 6009	6
4.1 Uso de dispositivos DAQ.....	9
4.2 Entrada analógica	9
4.3 Salida analógica	10
4.4 E/S digital	10
4.5 Sensores	11
5. Desarrollo de la Guía	12
5.1. Entrada Digital ON/OFF	15
5.2. Entrada Analógica	20
5.3. Salida Digital ON/OFF	24
5.4. Salida Analógica	28
6. Referencias	32
7. Anexos	33



1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Proporcionar la información de las características del manejo del tablero domótico.

1.2. Objetivos Específicos

- Manejar sensores analógicos y digitales con la tarjeta DAQ USB6009.
- Manejar actuadores con la tarjeta DAQ USB6009.

2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.

Tabla 1. Equipos, herramientas y materiales

Equipos	Herramientas	Materiales	Prerrequisitos
<ul style="list-style-type: none">- Computador.- Tarjeta de Adquisición USB6009.- Multímetro.- Tablero Domótico.	<ul style="list-style-type: none">- Cable USB A/B (Impresora)	<ul style="list-style-type: none">- Encendedor con Gas- Papel	<ul style="list-style-type: none">- Conocimientos de programación en LabVIEW fundamental- Conocimientos básicos de sistemas de adquisición de datos y sensores



3. Introducción

El tablero domótico es una herramienta electrónica que incluye dispositivos tales como sensores y actuadores. Los sistemas domóticos generalmente incluyen sensores de temperatura, humo, gas natural, señales analógicas de voltaje y corriente alterna, luz, presencia y magnéticos. El tablero está diseñado para conectarse a un computador mediante una tarjeta de adquisición de datos DAQ de National Instruments.

Esta guía explica la forma básica de utilización del tablero domótico. La guía no pretende ser un texto de teoría de control, instrumentación, o programación de LabVIEW; su objetivo es facilitar el aprendizaje del tablero para el desarrollo de los sistemas domóticos. Con el uso del tablero se minimiza el tiempo de diseño y construcción de un sistema domótico. El tablero asegura la compatibilidad de los sensores con los experimentos, y se obtiene una experiencia de primera mano con características y problemas propios de los sistemas físicos reales, tales como ruido, precisión, acoplamiento AC/DC.

Además, habilita la metodología de Aprendizaje Activo (aprender por medio del desarrollo de proyectos prácticos) que aporta significativamente al aprendizaje, más que usando exclusivamente medios teóricos tales como libros de texto, dictados, y resolución de ejercicios [1].

En definitiva, el tablero domótico es una herramienta diseñada para maximizar el aprendizaje de LabVIEW y adquisición de datos al proporcionar una estación de laboratorio con señales típicas de entrada.

Los experimentos que contiene el tablero domótico son los siguientes:

- Adquisición de señales de sensores analógicos
- Adquisición de señales de sensores ON/OFF Digitales
- Control dimmer de Velocidad de Motor DC e intensidad lumínica
- Control de cargas con tarjeta de relés de Propósito General

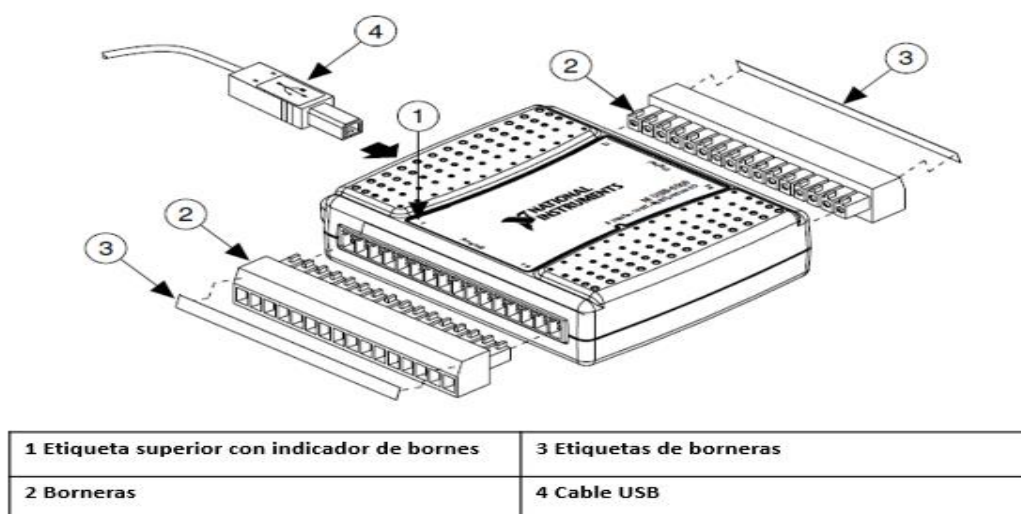
Cada una de estas prácticas incluye una breve descripción del hardware a utilizar y uno o más VI desarrollados en LabVIEW. Estos VI se presentan con el código, de forma que puedan ser utilizados y modificados como base para programas más complejos.

4. Plataforma de hardware

4.1 La tarjeta NI USB 6009

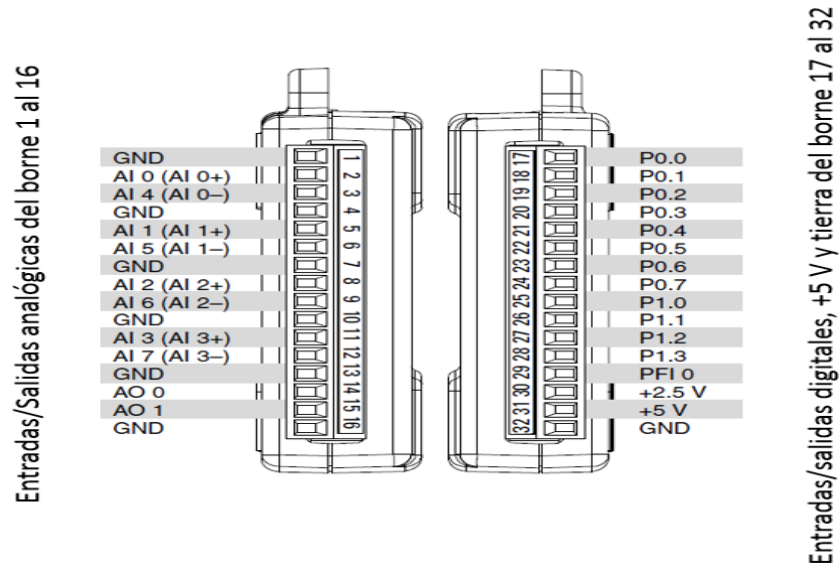
La tarjeta está compuesta por tres elementos, el elemento principal de la DAQ (de aquí en adelante la DAQ se refiere a la tarjeta NI USB-6009) y dos grupos de borneras, tal como se observa en la Figura 1:

Figura 1. Diagrama de partes USB6009 [2]



Un grupo de borneras corresponden a las entradas y salidas analógicas, y el grupo opuesto corresponden a las entradas y salidas digitales, entrada de trigger o contador, +5 V y tierra, como se indica en la Figura 2:

Figura 2. Diagrama de E/S [2]



Requisitos de software y Hardware.

Para poder trabajar con la tarjeta de adquisición de datos NI USB-6009 es necesario disponer de los siguientes elementos:

- Computador con NI LabVIEW 2010 en adelante
- NI-DAQmx2, compatible con la versión de LabVIEW instalada
- Tarjeta de adquisición de datos NI USB-6009 y,
- Cable USB tipo USB A/M a USB B/M.

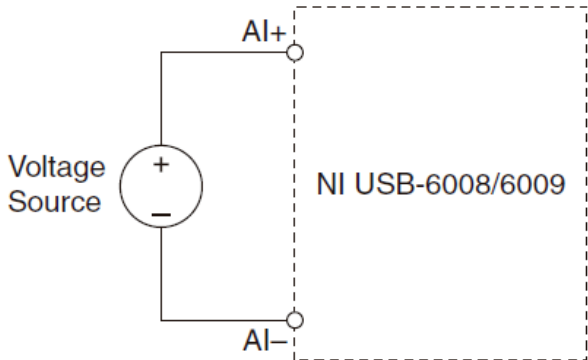
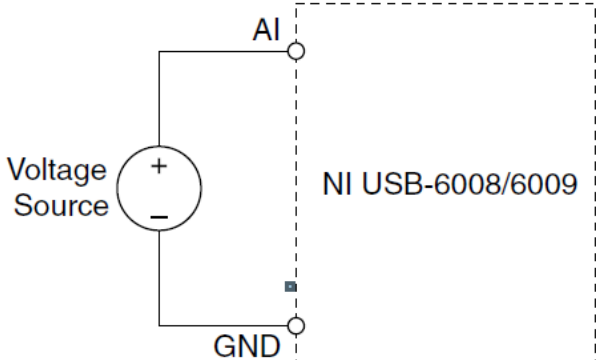
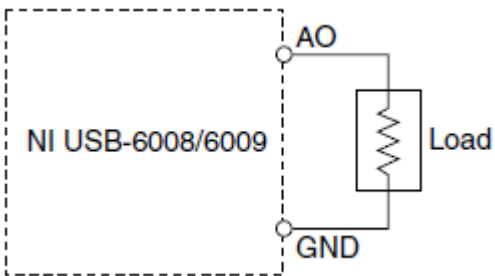
Las especificaciones completas de la tarjeta se encuentran disponibles en Internet, en <http://sine.ni.com/psp/app/doc/p/id/psp-115/lang/es>.

Conexión de sensores y actuadores.

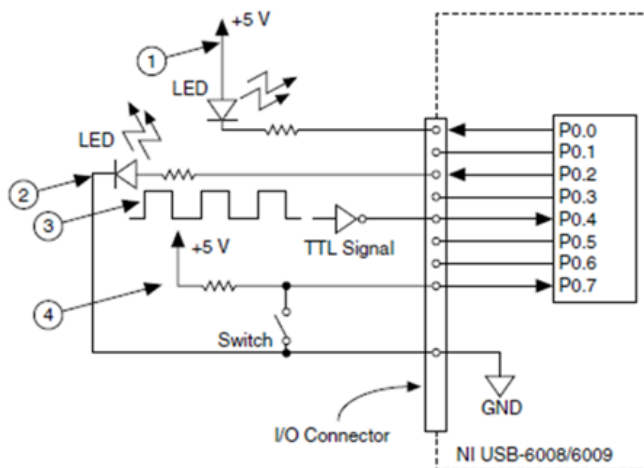
La conexión de sensores y actuadores analógicos y digitales está claramente indicada en el manual del usuario de la tarjeta DAQ, de la que extraemos la siguiente información:



Tabla 2. Conexión de sensores y actuadores [2]

Entradas analógicas en modo diferencial	
Entradas analógicas en modo simple o referenciad a a tierra	
Salidas analógicas	

Entradas y salidas digitales



- 1 P0.0 está configurada como salida digital en colector abierto para controlar un LED
- 2 P0.2 está configurada como salida digital activa para controlar un LED
- 3 P0.4 está configurada como entrada digital para recibir una señal TTL de una compuerta inversora
- 4 P0.7 está configurada como entrada digital para recibir una señal de 0 a 5 V (ON/OFF) de un interruptor

4.1 Uso de dispositivos DAQ

La Mayoría de los dispositivos DAQ de national instrument tienen cuatro elementos: entrada analógica, salida analógica, E/S digital y contadores.

La señal que mide con el dispositivo DAQ se puede transferir al ordenador a través de distintas estructuras de bus. Por ejemplo, puede utilizar un dispositivo DAQ que se conecte al bus PCI o PCI Express de un ordenador, al zócalo PCMCIA de un ordenador portátil o un dispositivo DAQ conectado al puerto USB de un ordenador. [3]

4.2 Entrada analógica

Es el proceso de medir una señal variante en el tiempo y transferir la medida a un ordenador para así realizar el análisis, almacenamiento o visualización. La entrada analógica es utilizada para medir la tensión o la corriente. "Puede usar numerosos tipos de dispositivos para realizar la entrada analógica, como dispositivos multifunción DAQ (MIO), digitalizadores de alta velocidad, multímetros digitales (DMM) y dispositivos de adquisición de señales dinámicas (DSA)" [3].

Las señales del mundo real para poder ser entendidas por un ordenador requieren de un proceso conocido como conversión analógico-digital, que convierte la



tensión eléctrica y la digitaliza para que el ordenador pueda realizar el procesamiento. “Los conversores analógico-digital (ADCs) muestrean la señal analógica en cada flanco de subida y bajada de un reloj de muestreo. En cada ciclo, el ADC toma una instantánea de la señal analógica, para que esta pueda medirse y convertirse en un valor digital”. [3]

4.3 Salida analógica

Se genera desde el ordenador señales eléctricas realizando la conversión digital-analógico (D/A). Los tipos de salida analógica para un proceso son el voltaje y la corriente. El ordenador genera los datos y el conversor D/A acepta estos datos y los usa para alternar en el tiempo la tensión en una salida de la tarjeta DAQ.

Este proceso de DAC posee un reloj que actualiza la generación de un nuevo valor. “En cada ciclo de reloj, el DAC convierte un valor digital en una tensión analógica y genera una tensión de salida en uno de los pines. Cuando se usa con un reloj de alta velocidad, el DAC puede crear una señal que parece variar constantemente y de manera suave” [3].

4.4 E/S digital

Estas señales asumen sólo dos estados: encendido y apagado (alto y bajo, o 1 y 0). Cuando se transmite una señal digital por un medio en este caso cable, el emisor aplica un voltaje en el cable y el receptor usa el nivel de voltaje para determinar el valor enviado. Las señales digitales poseen múltiples aplicaciones, siendo la más fácil de estas aplicaciones controlar o medir dispositivos de estado digital o finito como interruptores y LEDs [3].

Las líneas de E/S de los dispositivos DAQ de national instrument se pueden configurar por líneas individuales o por puertos individuales para adquirir o generar un valor digital desde una sola línea o un conjunto de líneas digitales respectivamente [3].

4.5 Sensores

Son los encargados de captar los diferentes cambios o alteraciones que puede suceder en un entorno y después transmitirlos a una unidad de control, para así poder entenderlos y tomar las decisiones programadas [4].

Los sensores están compuesto por tres etapas:

Etapa de transductor: es convertir las variables físicas en magnitudes eléctricas.

Etapa de acondicionamiento de la señal: es regular o adecuar la señal para la etapa de salida.

Etapa de salida: es acondicionar la señal para enviarla a la unidad de control.

Figura 3. Etapas de un sensor. [4]





5. Desarrollo de la Guía

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones antes de empezar la guía de laboratorio:



Revisar los planos de la consola de mando y del módulo lógico, estos planos se encuentran en la sección **Anexos**.



Revisar que cuente con todo el hardware y software necesario para el buen desarrollo de la guía.



Antes de empezar el cableado de los equipos desconecte la alimentación del entrenador utilizando el interruptor principal.

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones cuando esté desarrollando la guía de laboratorio



El cableado del entrenador debe estar organizado, así, si llegase a presentarse un error en el circuito podrá ser identificado fácilmente.



Para el buen desarrollo de los ejercicios y ejemplos de esta guía, deberá crear un nuevo proyecto y realizar la configuración del mismo.



Los sensores y actuadores del tablero domótico se encuentran cableados a la tarjeta USB6009, tenga en cuenta en que puertos ya se estableció su conexión, teniendo en cuenta con el direccionamiento en el programa.



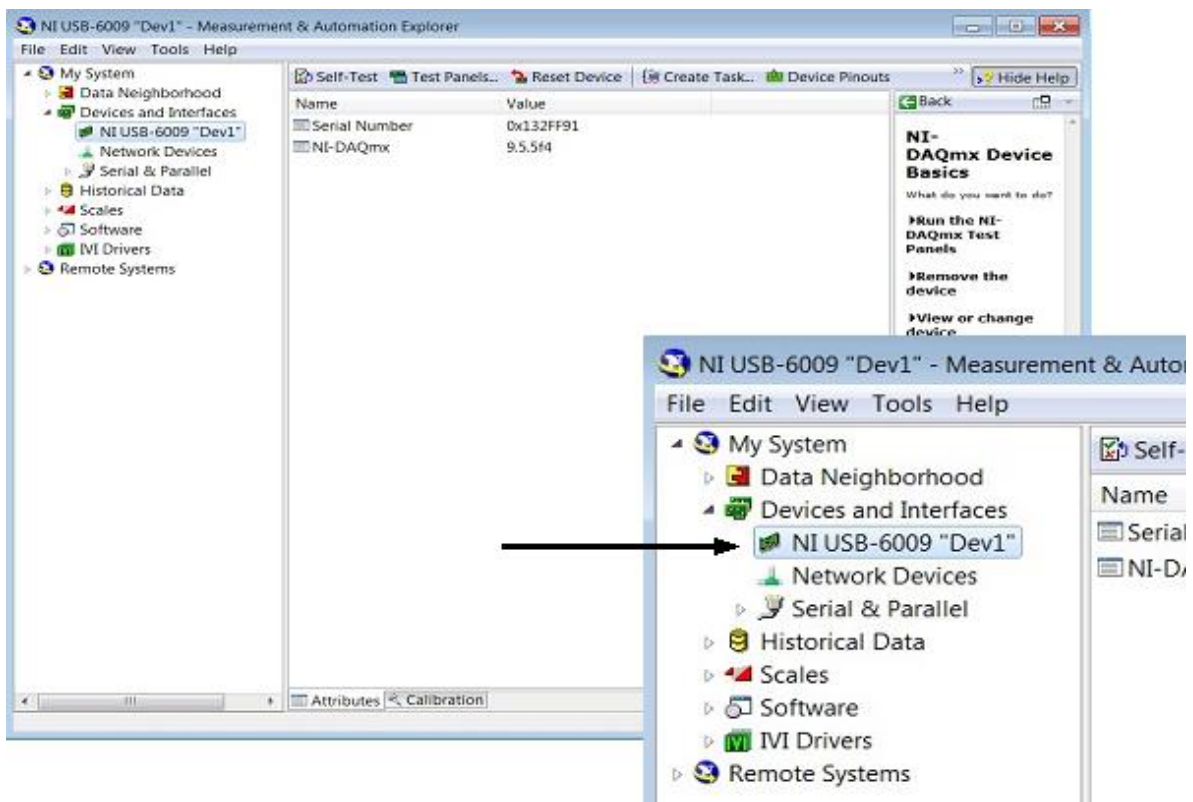
Ejemplo: el sensor de presencia se encuentra ya cableado al puerto 1 canal 2, en el programa se debe asignar dicho sensor a la dirección P1.2.

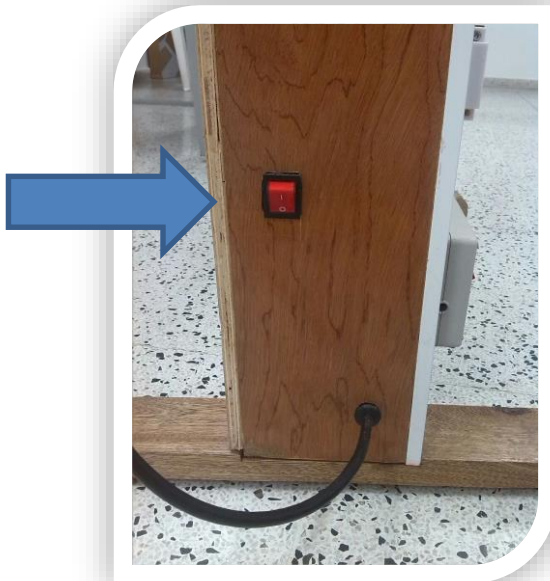


Conecte el dispositivo NI- USB 6009 al ordenador mediante el cable USB. Luego abra Measurement and Automation Explorer (MAX), Inicio >> Todos los programas >> National Instruments >> Measurement and Automation Explorer. O en versiones más actualizadas Inicio >> Todos los programas >> NI MAX



Usted Aquí debería ser capaz de ver su dispositivo NI USB-6009 como se muestra en la imagen a continuación. Si no aparece, por favor vaya a [ni.com / support](http://ni.com/support).





- Conecte el cable de corriente a una toma de 110 V.
- Luego encienda el tablero por el interruptor de color rojo, ubicado en la parte lateral del tablero.
- Si no enciende el tablero es posible que el breakers de protección se encuentre apagado. Este breakers se encuentra en el interior del tablero.

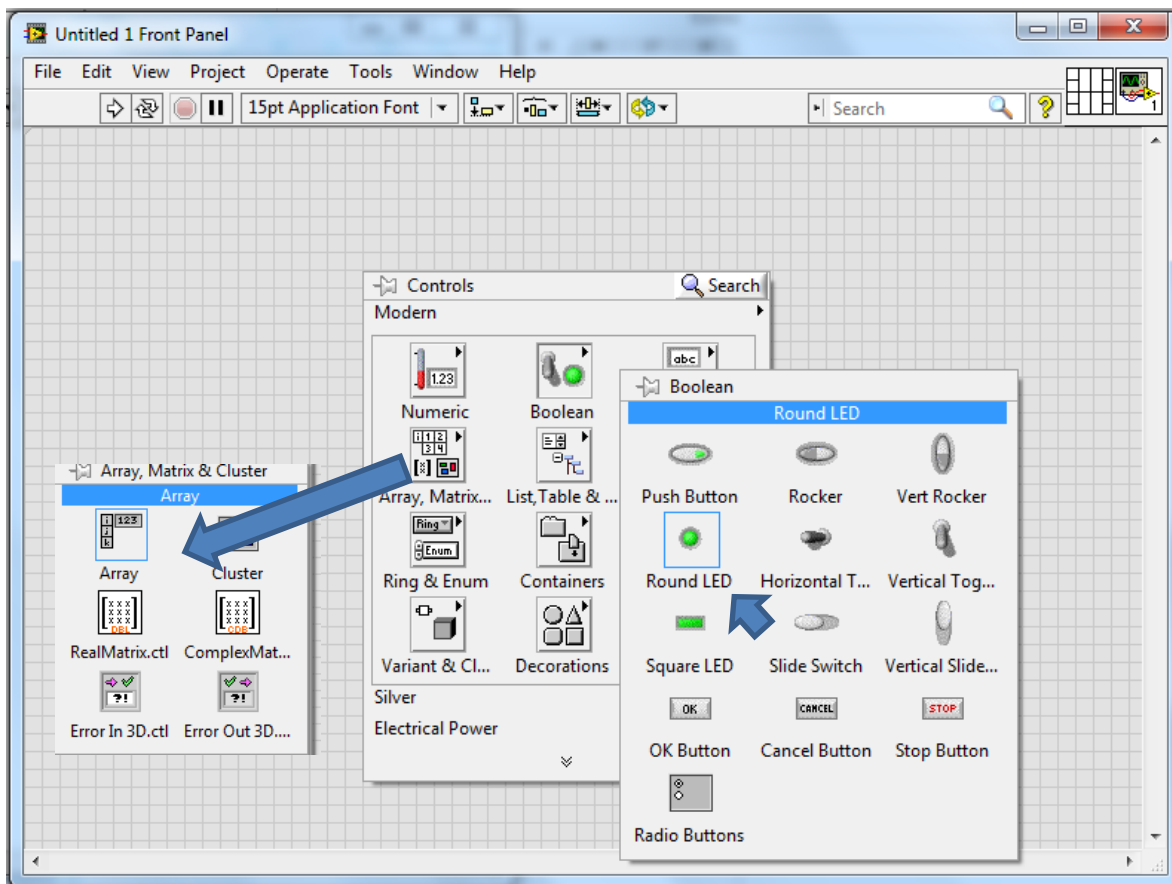
5.1. Entrada Digital ON/OFF

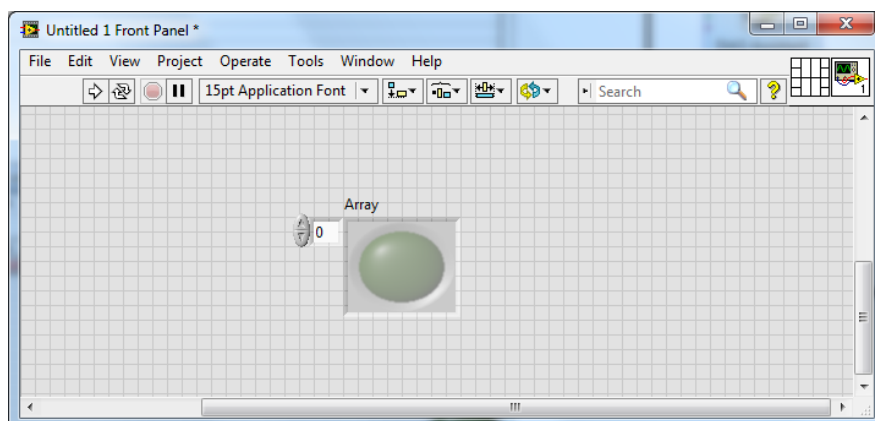
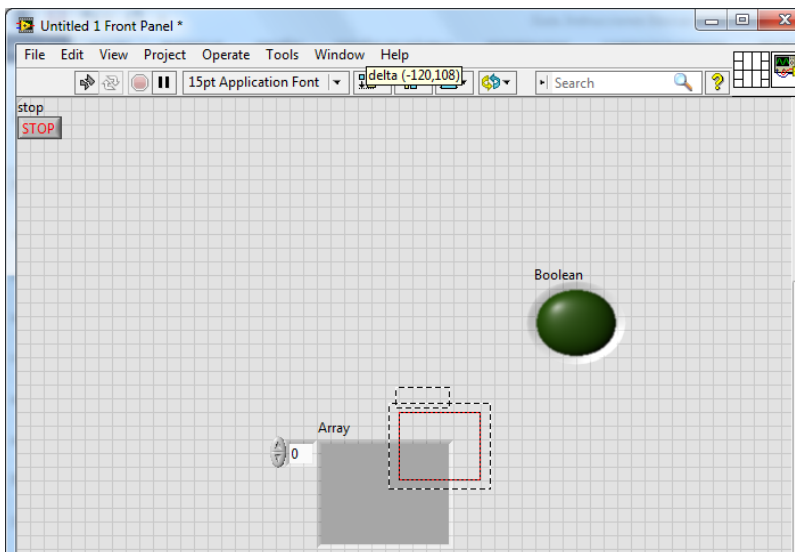
Ejemplo #1. Encendiendo un indicador led en Labview que sea activado por el sensor magnético de la Puerta.

El siguiente ejemplo de programación muestra como encender un piloto al activarse el contacto N.C. del sensor magnético. Este ejercicio se aplica para todos los sensores on/off del tablero como lo son los magnéticos y el de presencia.

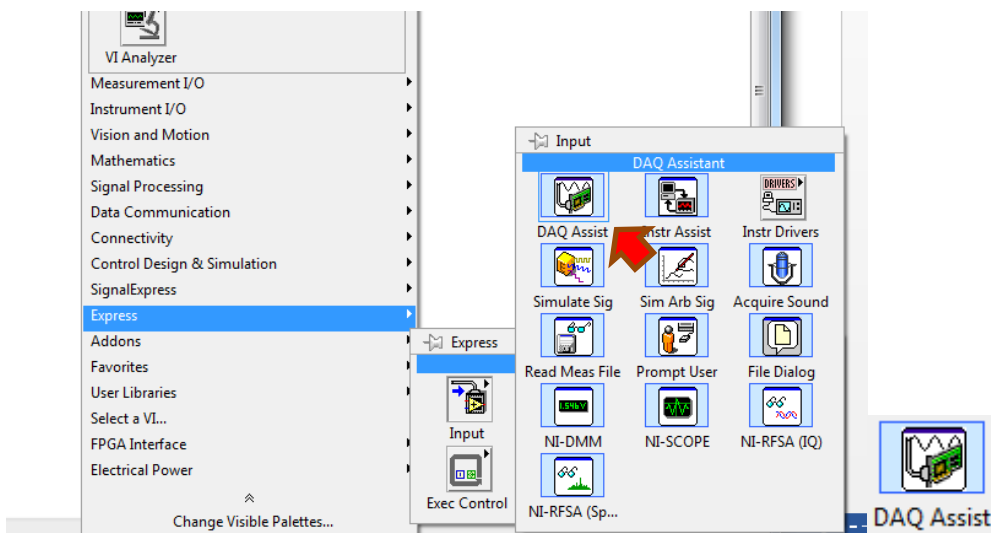
- **Aplicación**

Creamos un nuevo VI. Seguido colocamos un indicador led dentro de un array.



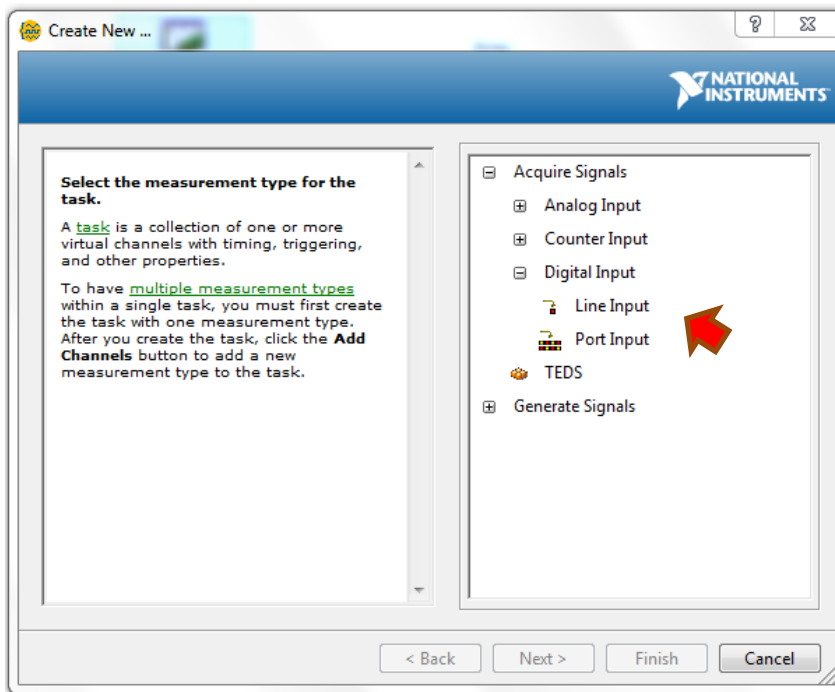


Nos colocamos en la ventana Diagramas de bloque, para acceder al DAQ Assistant

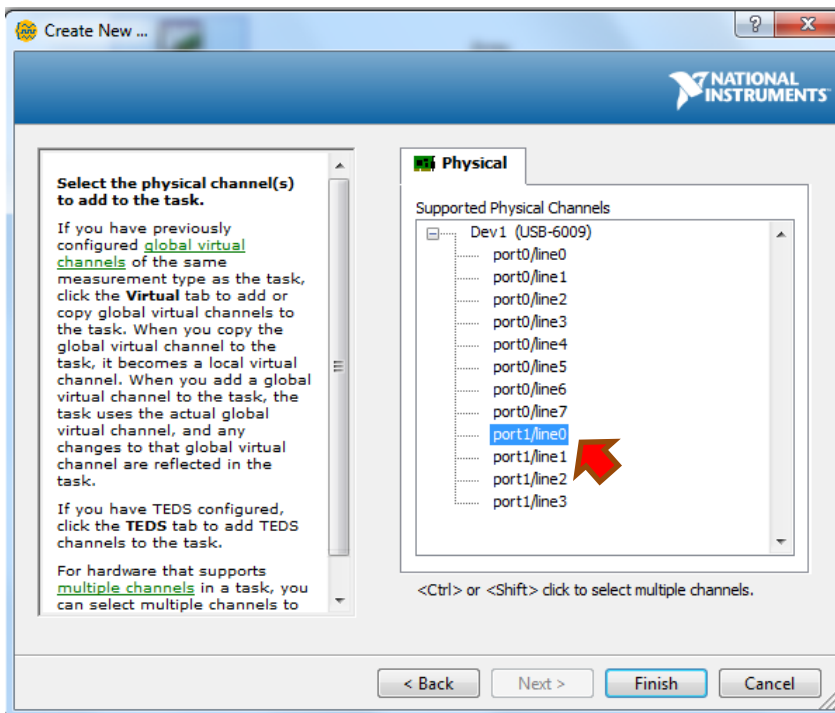




Se abrirá una ventana emergente, como lo que se quiere es adquirir la señal del sensor magnético, nos ubicamos en Acquire Signals >>Digital Input >>Line Input

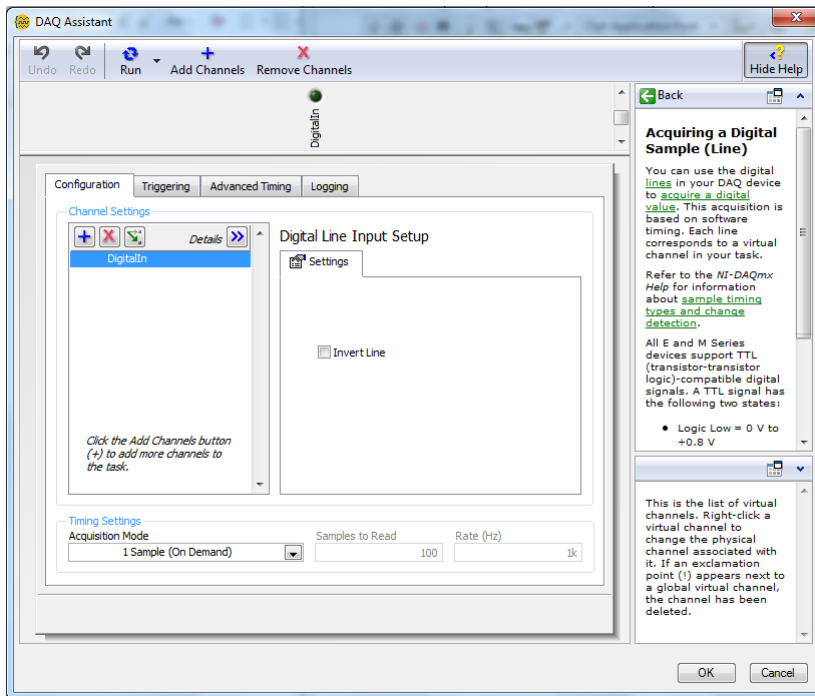


El sensor magnético de la puerta se encuentra conectado al port 1 – line 0

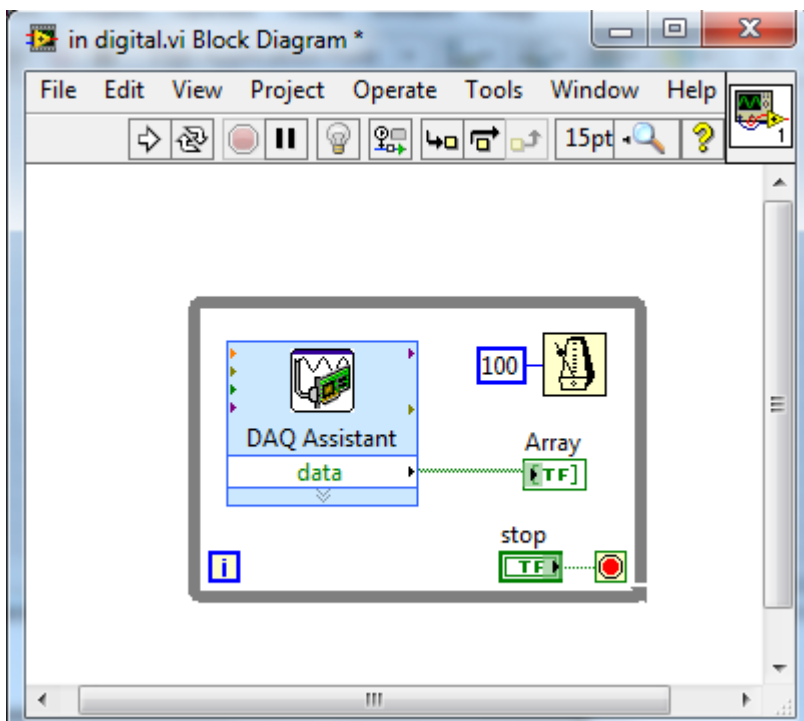




Hacer click en OK

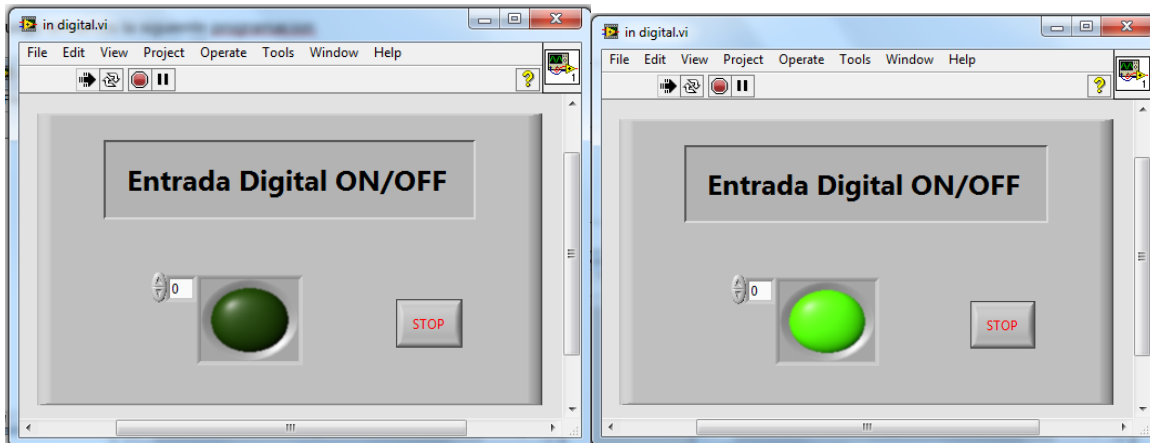


Y luego se implementa la siguiente programación





Se hace click en Run y se excita el sensor magnético para probar.



Pregunta #1. Explique las diferencias entre utilizar un contacto normalmente abierto N.O. y un contacto normalmente cerrado N.C.

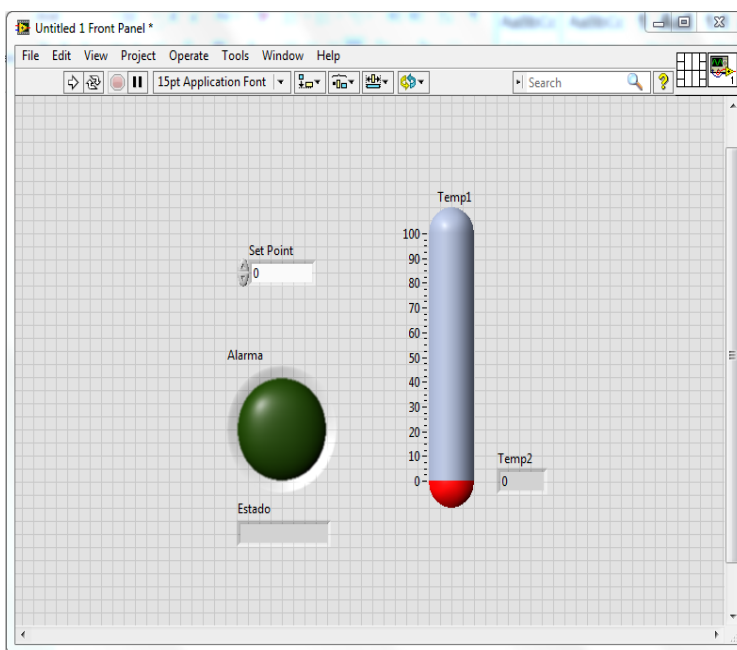
5.2. Entrada Analógica

Ejemplo #2. Encendiendo un indicador led en labview que sea activado por el sensor de temperatura.

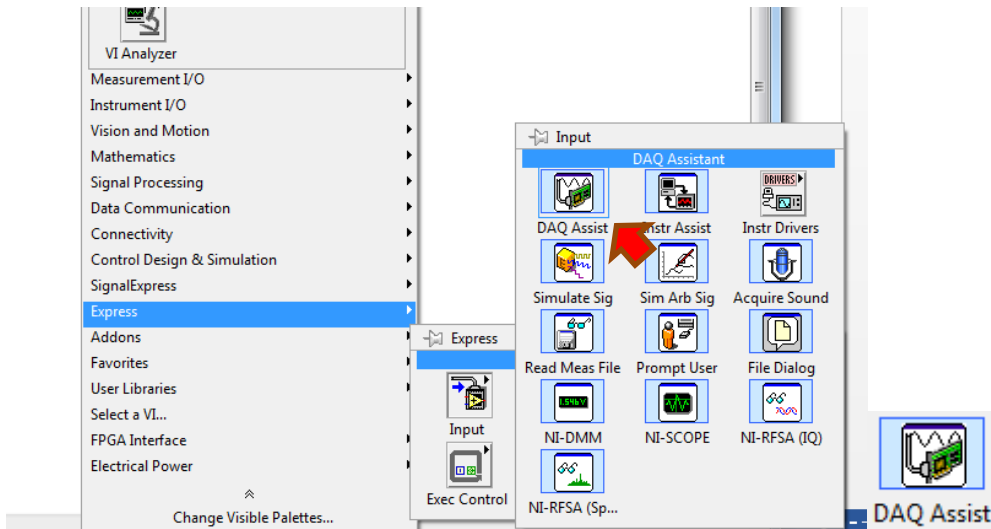
El siguiente ejemplo de programación consiste la activación de una alarma si sobrepasa la temperatura del set point.

- **Aplicación**

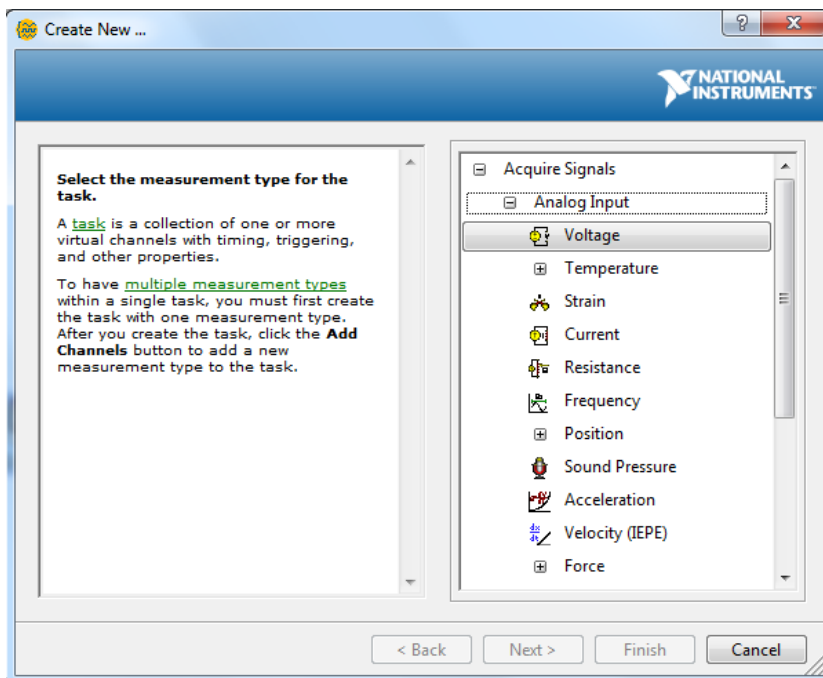
Creamos un nuevo VI. Colocando estos elementos



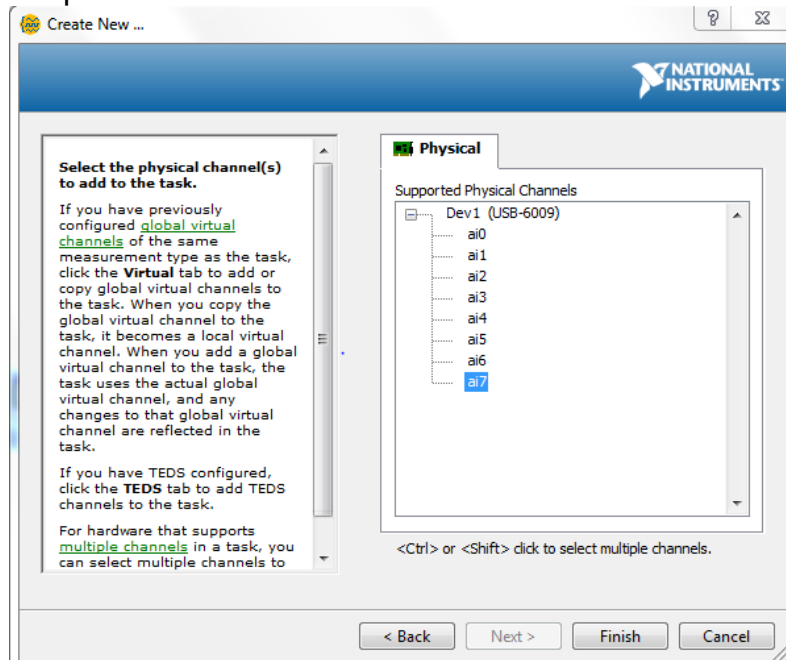
Nos colocamos en la ventana Diagramas de bloque, para acceder al DAQ Assistant



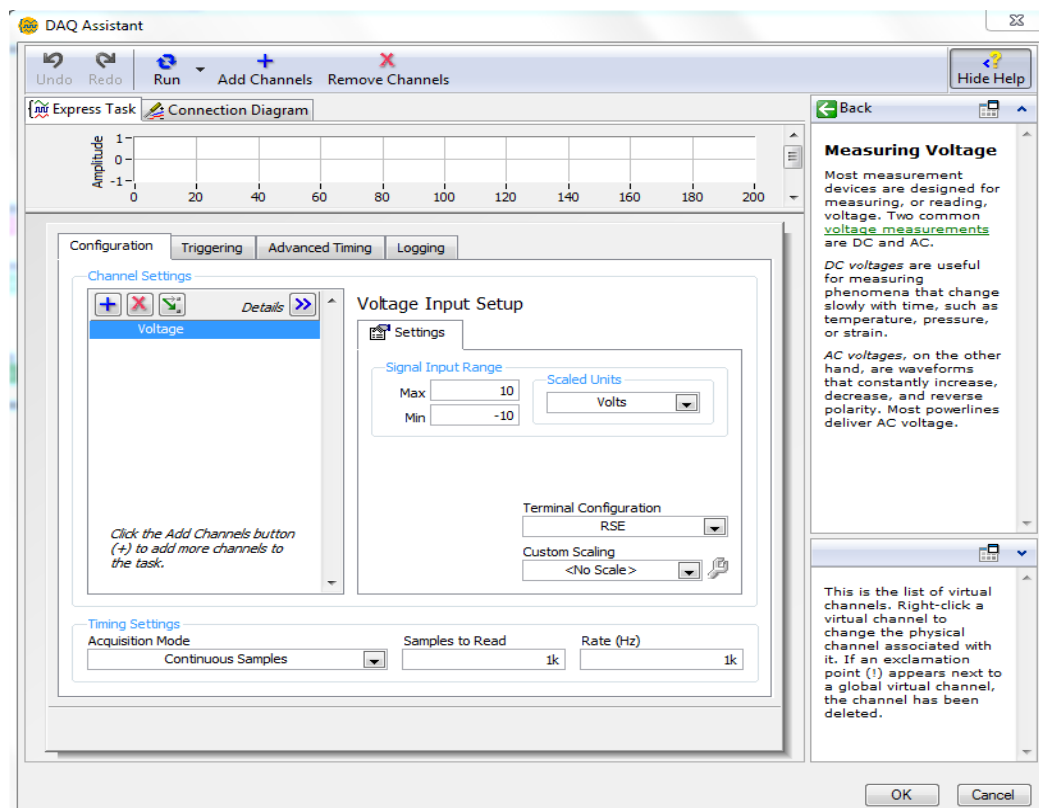
Nos abrirá una ventana emergente, como lo que queremos es adquirir la señal del sensor magnético, nos ubicamos en Acquire Signals >>Analog Input >>Voltage



Seleccionamos la entrada **ai7** ya que hay se encuentra conectado el sensor de temperatura Im35.

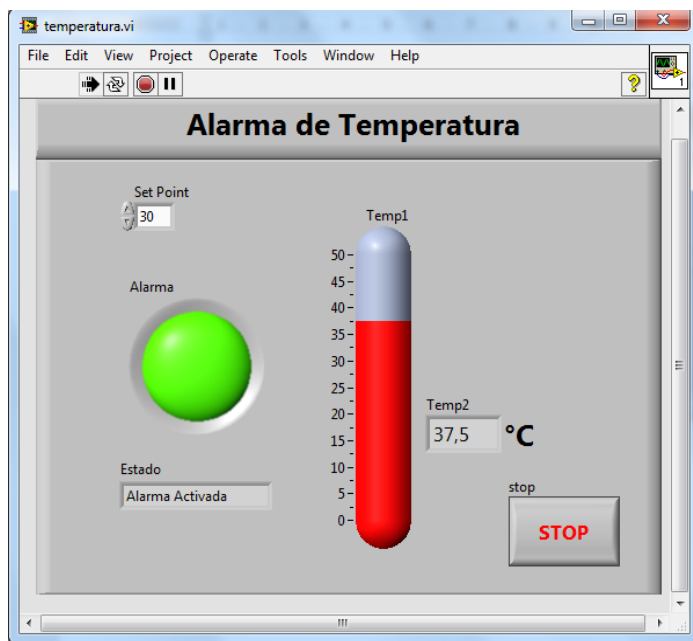
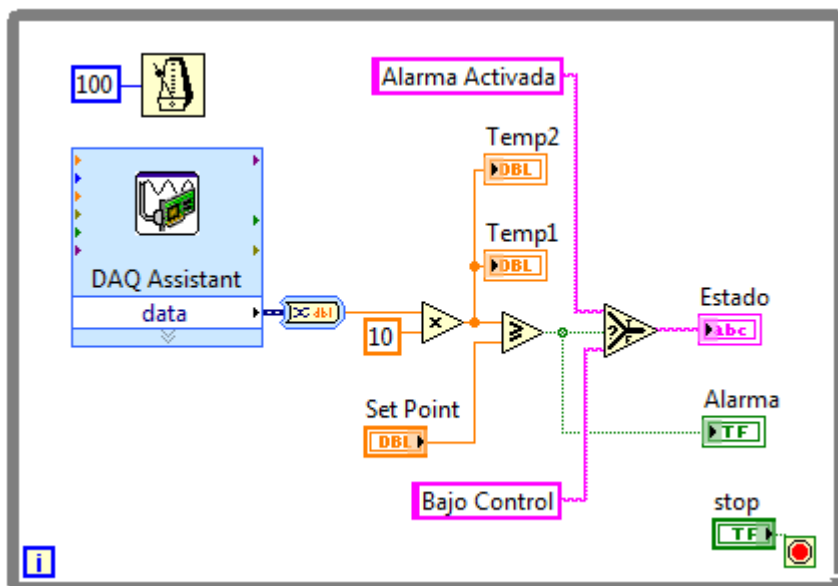


Colocamos igual los valores que aparecen en pantalla. Para mayor información sobre los modos de adquisición, velocidad de muestreo, número de muestras ver data sheet del usb6009.





Armando este Código.



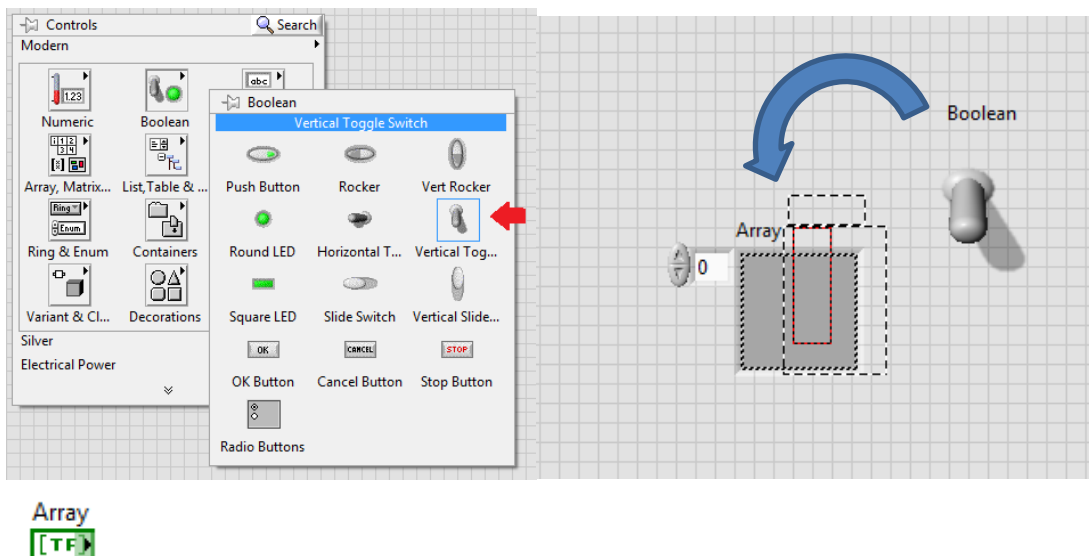
5.3. Salida Digital ON/OFF

Ejemplo #3. Activar la luz de la terraza por medio de un botón en labview .

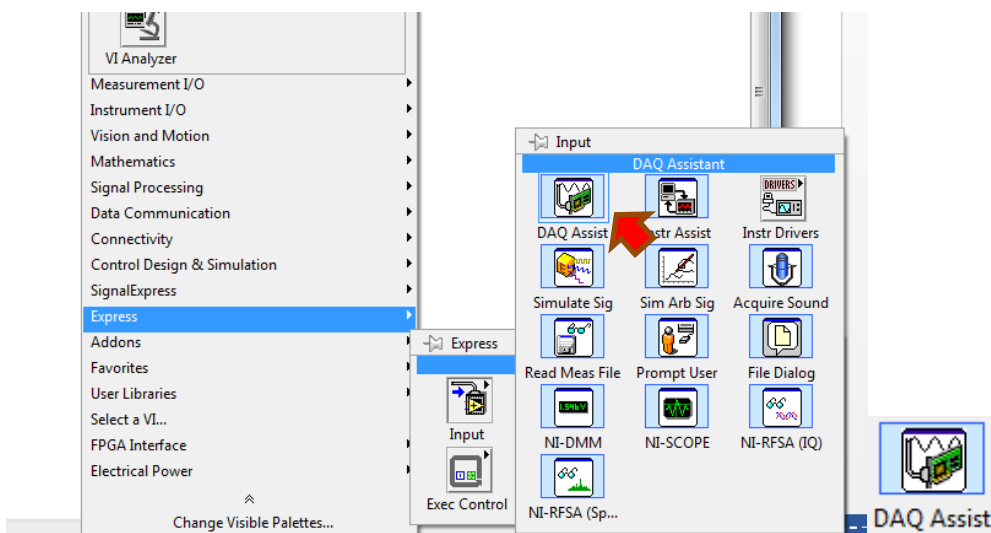
El siguiente ejemplo de programación consiste en controlar el encendido de una iluminaria controlado con la tarjeta de relés ubicada en el tablero domótico.

• Aplicación

Creamos un nuevo VI. Seguido colocamos un control booleano dentro de un array.

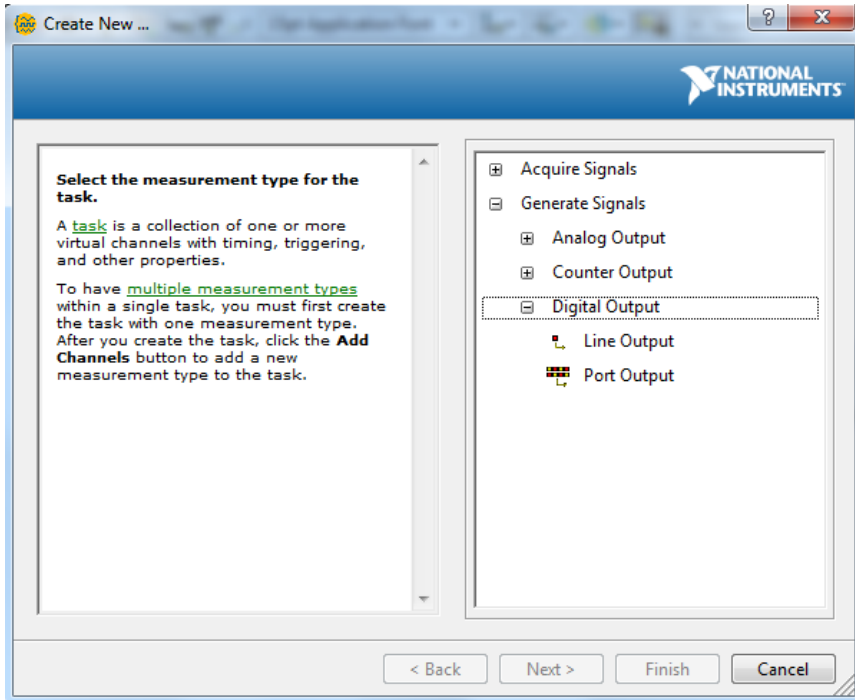


Nos colocamos en la ventana Diagramas de bloque, para acceder al DAQ Assistant

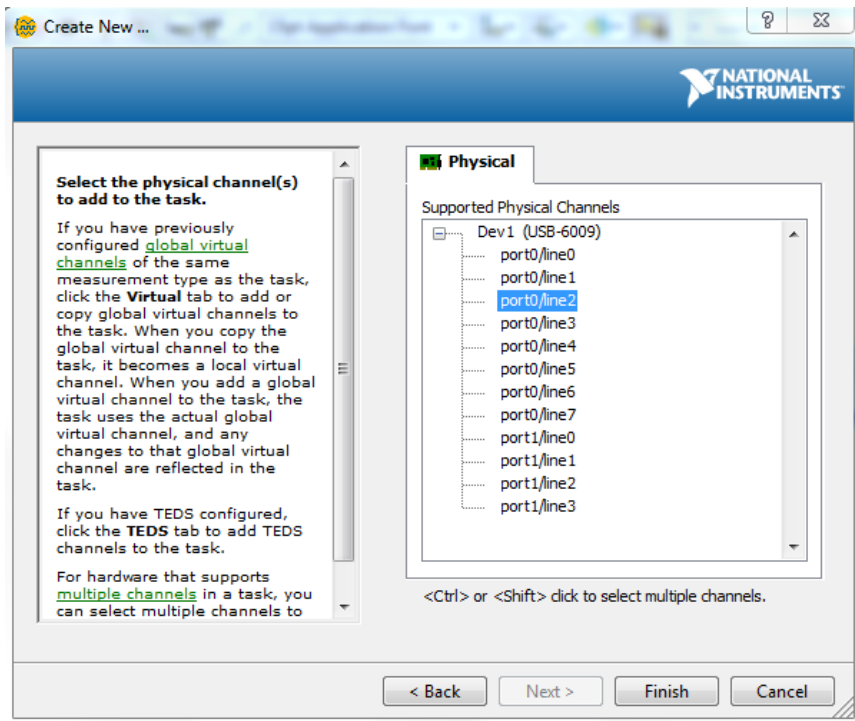




Nos abrirá una ventana emergente, como lo que queremos es generar la señal que active el rele que encienda la luz de la terraza, nos ubicamos en Generate Signals >> Digital Output >> Line Output

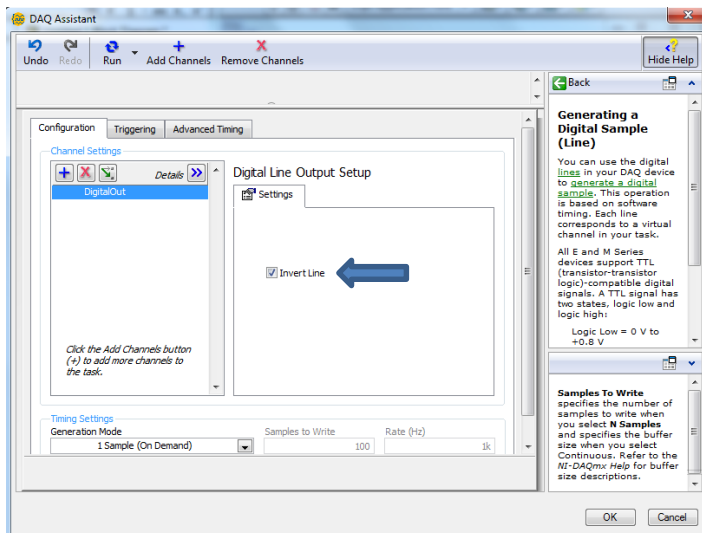


La iluminaria de la terraza se encuentra conectada al port0/line2

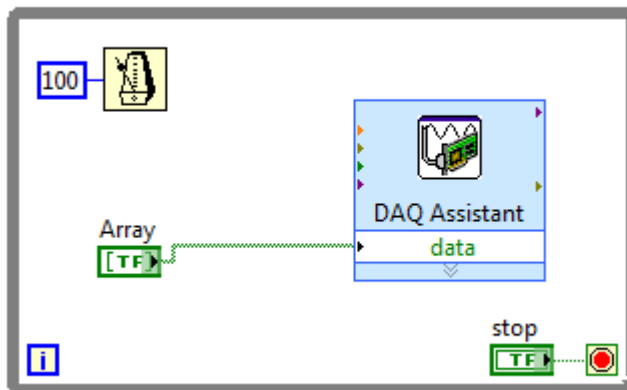


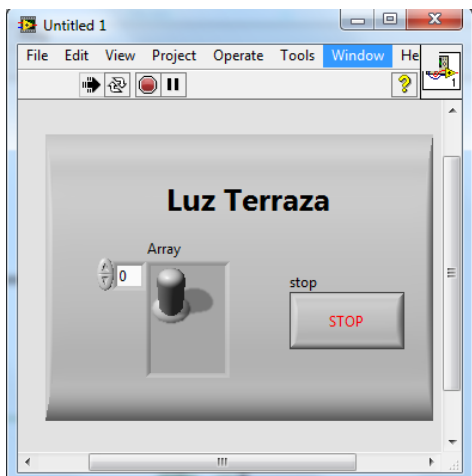


Seleccionamos el item Inverter Line ya que los relés se encuentran en NC (normalmente cerrado) Le damos **OK**



Hacemos este código



Apagado**Encendida**

¡Tenga en Cuenta! Las conexiones de los tomacorrientes están conectados en los terminales Común y N.C de los relés. Por lo que para activar el encendido de un dispositivo conectado a ellos, hay que enviar un 0 o false a sus entradas.

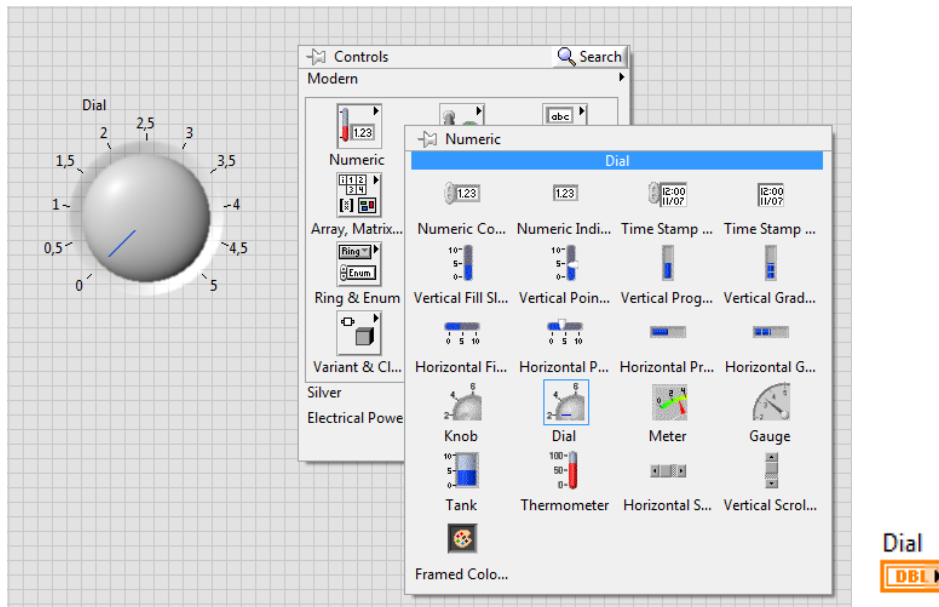
5.4. Salida Analógica

Ejemplo #4. Dimmer controlado en Labview.

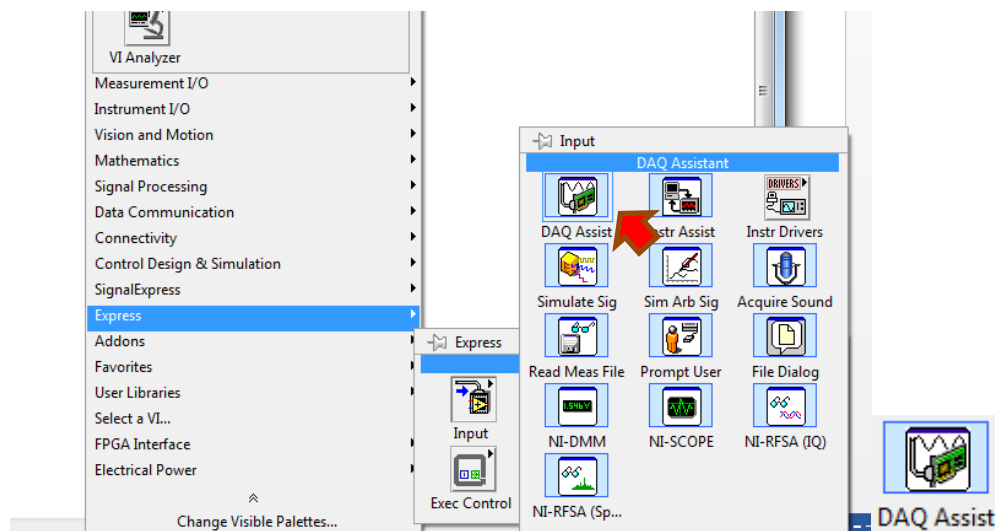
El siguiente ejemplo de programación consiste en controlar el nivel de iluminación del dormitorio por medio de un Control Numérico.

- **Aplicación**

Hacemos un Nuevo VI. Colocamos un control Dial.

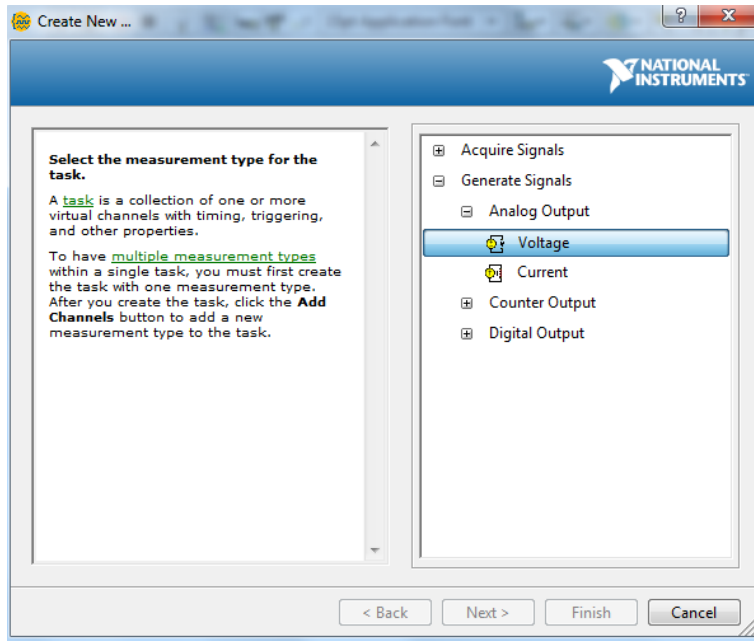


Nos colocamos en la ventana Diagramas de bloque, para acceder al DAQ Assistant

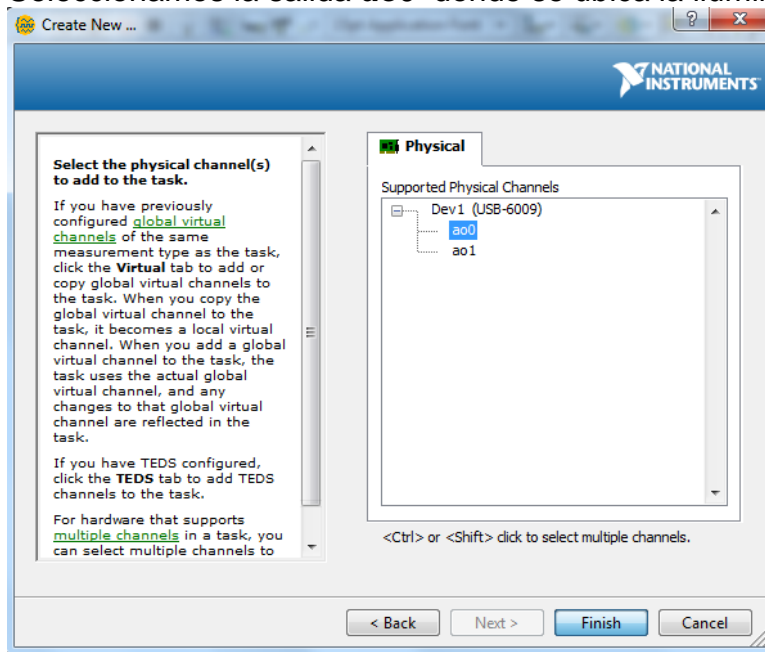


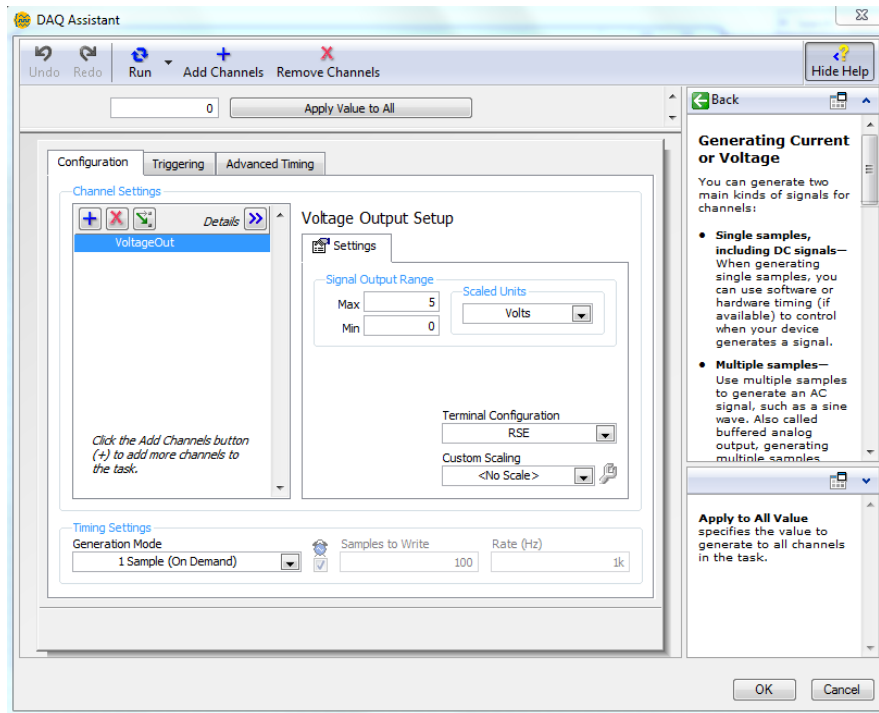


Nos abrirá una ventana emergente, como lo que queremos es generar la señal Analógica que varíe el nivel de la iluminación del dormitorio encienda la luz de la terraza, nos ubicamos en Generate Signals >> Digital Output >> Line Output

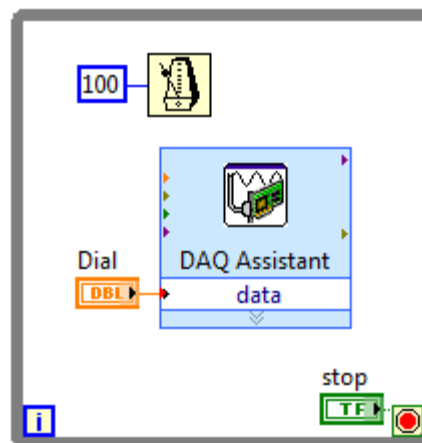


Seleccionamos la salida **ao0** donde se ubica la iluminaria del dormitorio.





Hacemos este código



Variación de la luz al mover dial en Labview. De 0 a 5



¡Tenga en Cuenta! Las salidas analógicas de la USB 6009 están conectadas a las entradas de una tarjeta electrónica diseñada para la etapa de potencia y control del PWM. Un microcontrolador PIC que dependiendo del voltaje que lee su entrada analógica varía el pwm que controla la luz por medio de un triac y un transistor para la velocidad del ventilador.

Diagrama

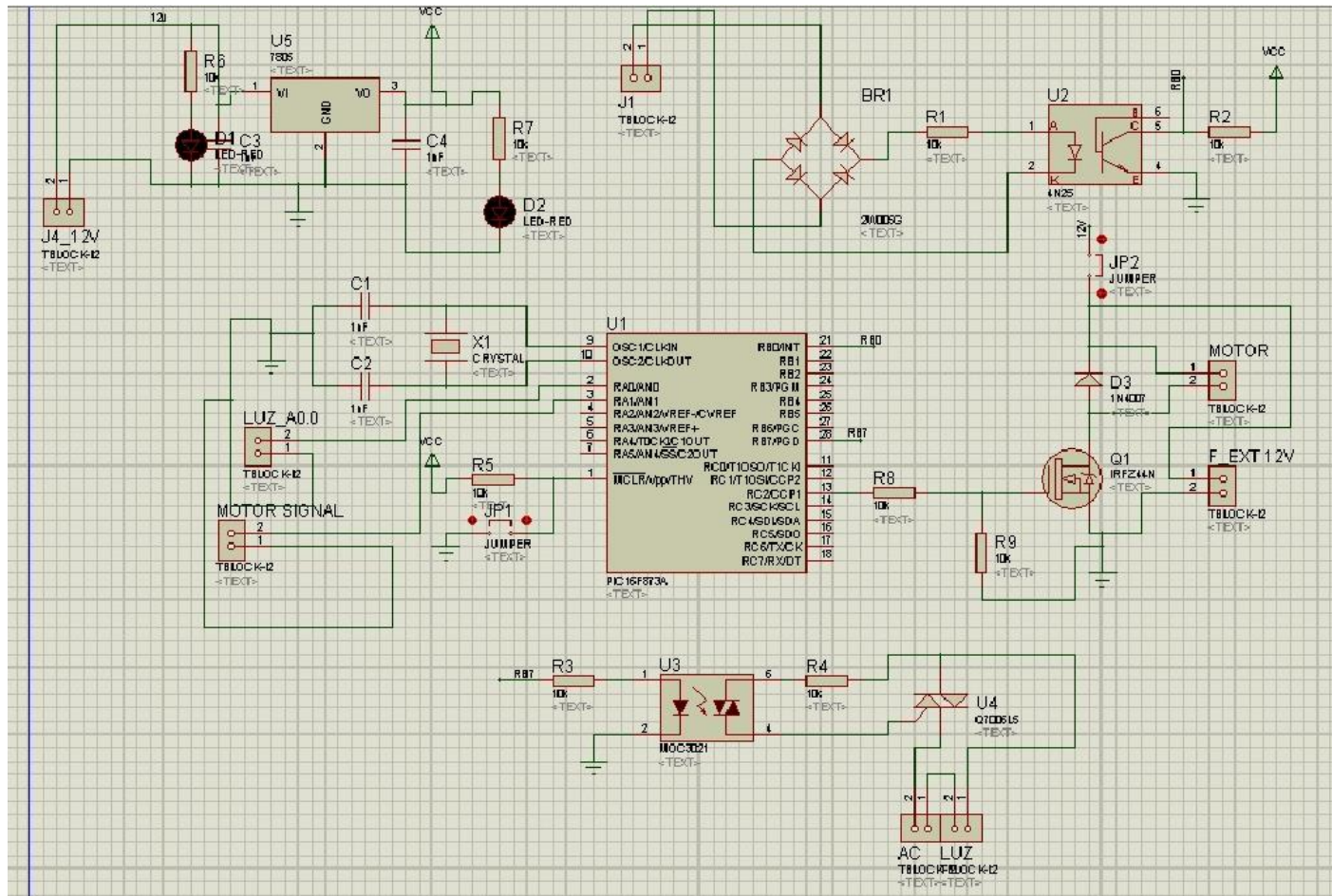


6. Referencias

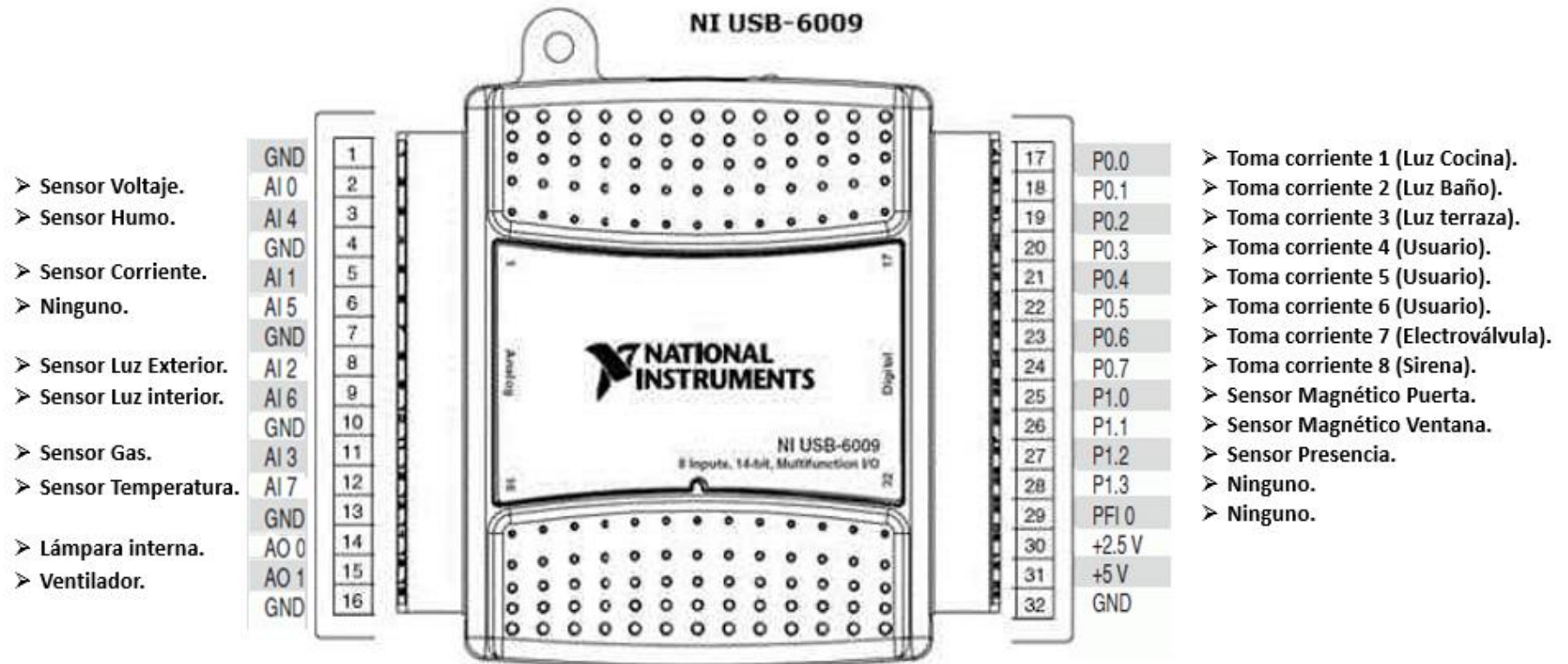
- [1] M. Silberman, Aprendizaje activo: 101 estrategias para enseñar cualquier materia, Troquel, 1998.
- [2] National Instruments, «USER GUIDE NI USB-6008/6009,» 2015.
- [3] National Instruments, Labview Core 1, 2010.
- [4] C. T. García, Instalaciones domóticas, CEYSA, 2012.

7. Anexos

Tarjeta de Control y potencia de la iluminaria y ventilación



USB 6009 Conexiones



ANEXO B



Práctica de Laboratorio

Manejo básico de entradas y salidas
digitales del tablero domótico



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970



 UNIVERSIDAD DE LA COSTA 1970	REPÚBLICA DE COLOMBIA UNIVERSIDAD DE LA COSTA (C.U.C) FACULTAD DE INGENIERÍA	Guía No.	I
		Formato	FT-LA-01
		Versión	V-0.1

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN

Práctica de Laboratorio. Manejo básico de entradas y salidas digitales del tablero domótico

Universidad de la Costa CUC

2015

**Contenido**

1. Objetivos	4
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.	4
3. Introducción.....	5
4. Referencias Teóricas	6
4.1. Sensores	6
4.2 Actuadores.....	8
5. Desarrollo de la Guía	10
5.1. Sensores magnéticos y Sirena.....	11
5.2. Sensor de Presencia y luces.....	12
6. Aplicaciones a Realizar	13
7. Análisis de los Resultados	15
Referencias	16
Anexos	17



1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Desarrollar un VI en Labview empleando los conceptos de sensores y actuadores con el tablero domótico.

1.2. Objetivos Específicos

- Manejo de sensores digitales con la tarjeta DAQ USB6009.
- Manejo de actuadores con la tarjeta DAQ USB6009.
- Diseñar e implementar soluciones básicas en domótica basadas en la programación de la tarjeta USB6009 de National Instruments utilizando Labview.
- Realizar las pruebas de validación y verificación de la solución de programación implementada en Labview y el tablero domótico.

2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.

Equipos	Herramientas	Materiales	Prerrequisitos
<ul style="list-style-type: none">- Computador.- Tarjeta de Adquisición USB6009.	<ul style="list-style-type: none">- Cable USB A/B (Impresora)- Destornillador de pala para borneras	<ul style="list-style-type: none">-Tablero Domótico.	<ul style="list-style-type: none">- Conocimientos de programación en LabVIEW fundamental- Conocimientos básicos de sistemas de adquisición de datos y sensores

Tabla 1. Equipos, herramientas y materiales



3. Introducción

El tablero domótico es una herramienta electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas domóticos tales como temperatura, humo, gas natural, señales analógicas de voltaje y corriente alterna, ON/OFF digitales.

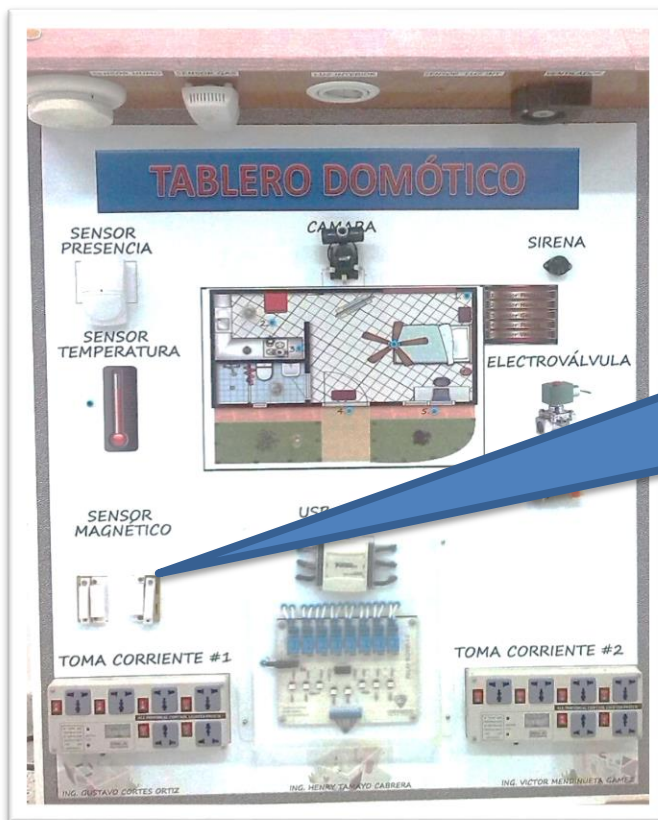
En esta práctica de laboratorio se maneja los sensores digitales on/off, para corroborar su funcionamiento y cómo se relacionan con la domótica. Los sensores a utilizar son los magnéticos, utilizados para la detección de aperturas de puertas y ventanas. Otro sensor utilizado es el de presencia, que capta si hay alguna persona en el recinto.

Se recuerda ya haber utilizado la guía rápida de uso del tablero. La cual instruye como utilizar las entradas analógicas con la tarjeta USB6009.

4. Referencias Teóricas

4.1. Sensores

Sensor magnético: Este consta de dos partes, las cuales son: un *reed switch* y un imán. Un *reed switch* es un elemento que consta de una cápsula de vidrio conteniendo un par de contactos metálicos en su interior y un par de terminales que permiten acceder a conectar dichos contactos. Su funcionamiento es: dependiendo de la configuración del usuario, el sensor se puede poner en una puerta que al momento de abrirla se activará y enviará una señal a la unidad de control. Estos sensores por general siempre están puestos en las puertas y ventanas [1].



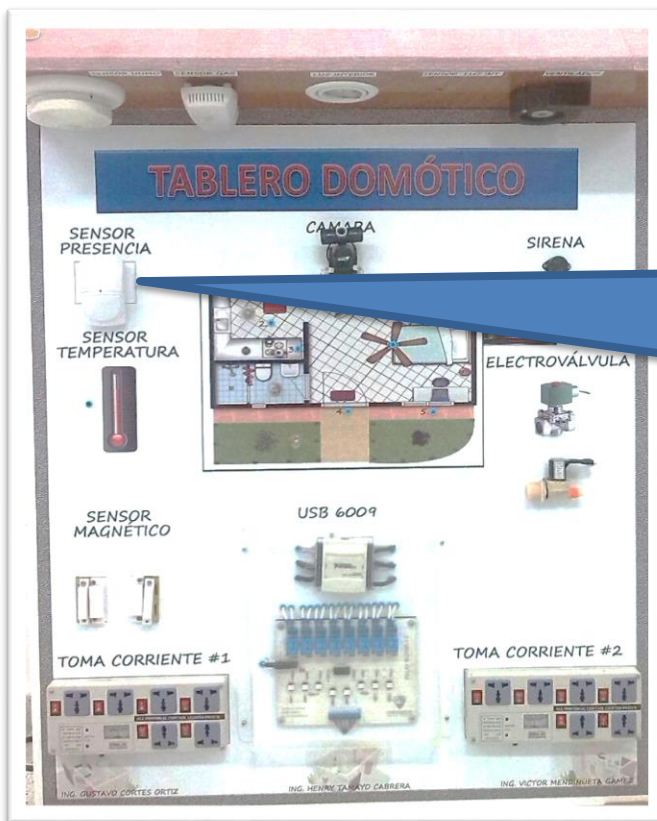
**SENSOR
MAGNETICO**



- **Sensor de presencia o volumétricos:** se utilizan para detectar o supervisar la presencia de personas y animales en diferentes lugares de la edificación. Normalmente se utilizan para encender luces automáticamente, y para alertar la intrusión sobre la zona protegida. Hay diferentes tipos de sensores de presencia: de pared, de techo, etc [1].

A continuación se muestran las características del sensor referencia Lloyds, utilizado en el tablero domótico:

- Alcance: 7,5 m x 7,5 m (25 pies x 25 pies)
- Microcontrolador integrado con procesamiento *First Step* (FSP).
- Inmunidad contra corrientes e insectos.
- Diseño de dos piezas.
- Compensación de temperatura.



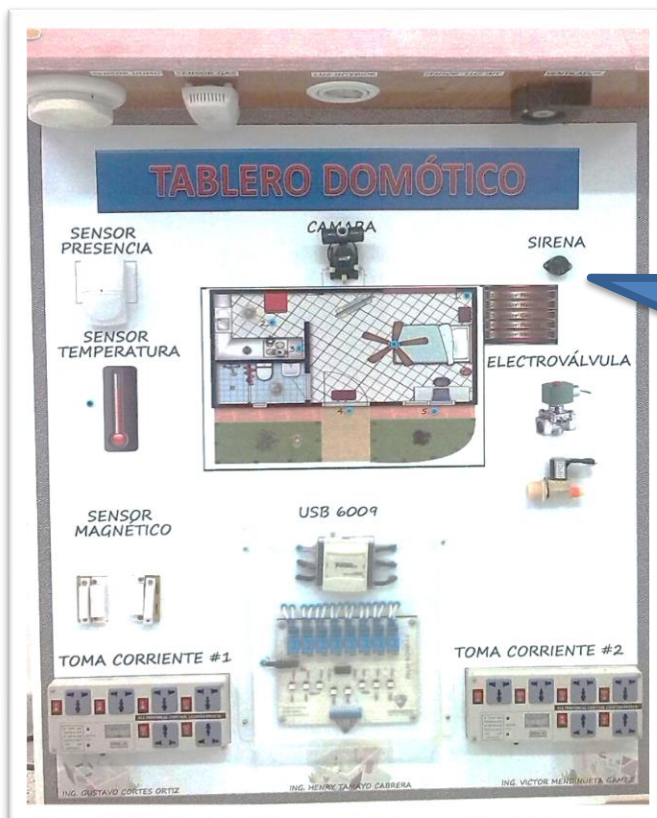
**SENSOR
PRESENCIA**



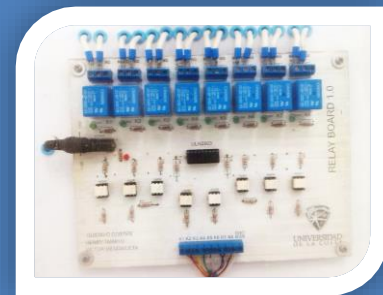
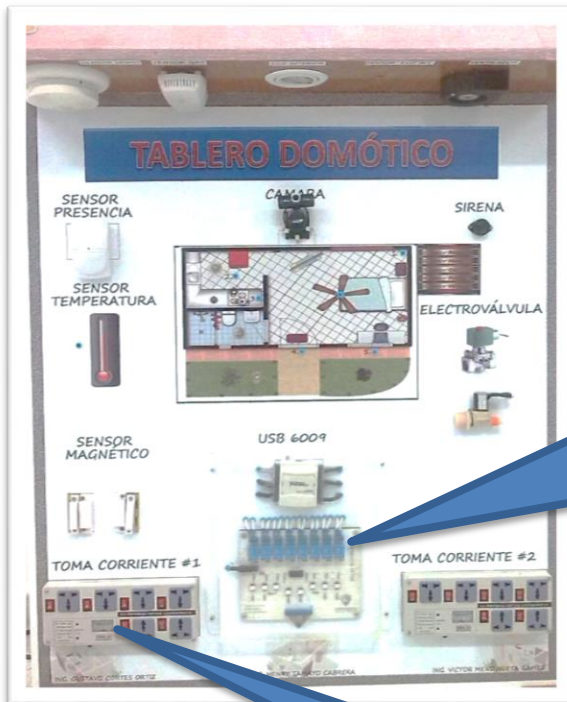
4.2 Actuadores.

Son los encargados de modificar el estado de los equipos o instalaciones. Se activan por lo general por pulsos eléctricos. Los diferentes tipos de actuadores eléctricos para esta práctica son:

Sirenas: "es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso, y son utilizados en múltiples sistemas como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores" [2].



Tarjeta de relés: es una tarjeta electrónica diseñada para controlar cargas AC conectadas a los dos tomacorrientes del tablero. La tarjeta está compuesta por 8 relés que se activan al excitarlos. La configuración de los relés es de la conexión en NC (normalmente cerrado) pensado para cuando no funcione el PC se puedan manipular con los interruptores de los tomacorrientes (modo manual). En el anexo 1 se encuentran las conexiones de los relés con la tarjeta USB6009.





5. Desarrollo de la Guía

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones antes de empezar la guía de laboratorio:



Revisar los planos de la consola de mando y del módulo lógico, estos planos se encuentran en la sección **Anexos**.



Revisar que cuente con todo el hardware y software necesario para el buen desarrollo de la guía.



Antes de empezar el cableado de los equipos desconecte la alimentación del entrenador utilizando el interruptor principal.

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones cuando esté desarrollando la guía de laboratorio



El cableado del entrenador debe estar organizado. De esta manera, si llegase a presentarse un error en el circuito, podrá ser identificado fácilmente.



Para el buen desarrollo de los ejercicios y ejemplos de esta guía, deberá crear un nuevo proyecto y realizar la configuración del mismo.



Los equipos del tablero (sensores o relés) se encuentran conectados a las Entradas y Salidas de la tarjeta USB6009, tenga esto en cuenta para el direccionamiento en el programa. Ver anexo 1



Ejemplo: Si utiliza el sensor de presencia, este se encuentra en el puerto 1 y pin 2 del módulo de entradas, en el programa se debe asignar dicho sensor a la dirección (P1.2).

5.1. Sensores magnéticos y Sirena

- **Ejercicio #1:** Se necesita diseñar un VI de una alarma que active una sirena cuando un ladrón o personal no autorizado ingrese por la puerta o la ventana del domicilio.
- Usted cuenta con una sirena, dos sensores magnéticos una para la puerta y otro para la ventana. Ver conexión con la USB6009.



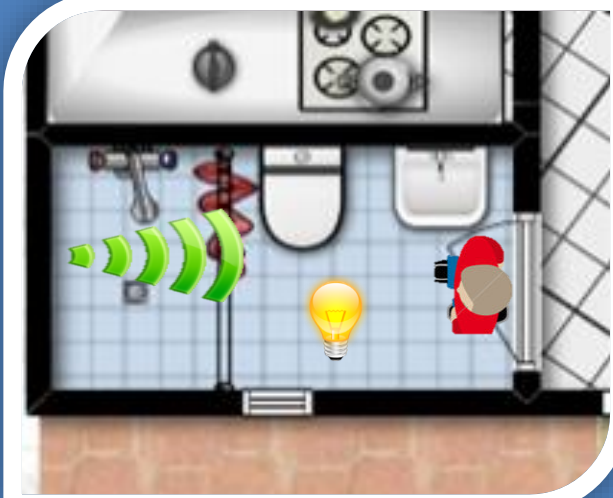
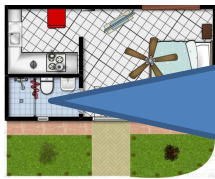
Puerta Ventana



Pregunta #1. Explique las diferencias entre utilizar un contacto normalmente abierto N.O. y un contacto normalmente cerrado N.C.

5.2. Sensor de Presencia y luces.

- **Ejercicio #2:** Se necesita diseñar un VI que contenga las siguientes características:
 - Active la iluminaria del baño cuando una persona ingrese a él.
 - Después del transcurso de 2 min apagarse automáticamente siempre y cuando el sensor no detecte la persona. Si la detectó, se debe reiniciar el contador
- Usted cuenta con sensor de presencia y con la iluminaria del baño, *Ver conexión con la USB6009.*



Pregunta #2. Explique las diferencias tecnológicas que existen entre los sensores de presencia existentes en el mercado.

6. Aplicaciones a Realizar

Un reconocido personaje de la farándula desea controlar de forma automática el encendido de sus luces, cargas y tener una alarma sonora contra ladrones, usted deberá desarrollar la lógica de control en Labview teniendo en cuenta los siguientes requisitos que el cliente ha solicitado:

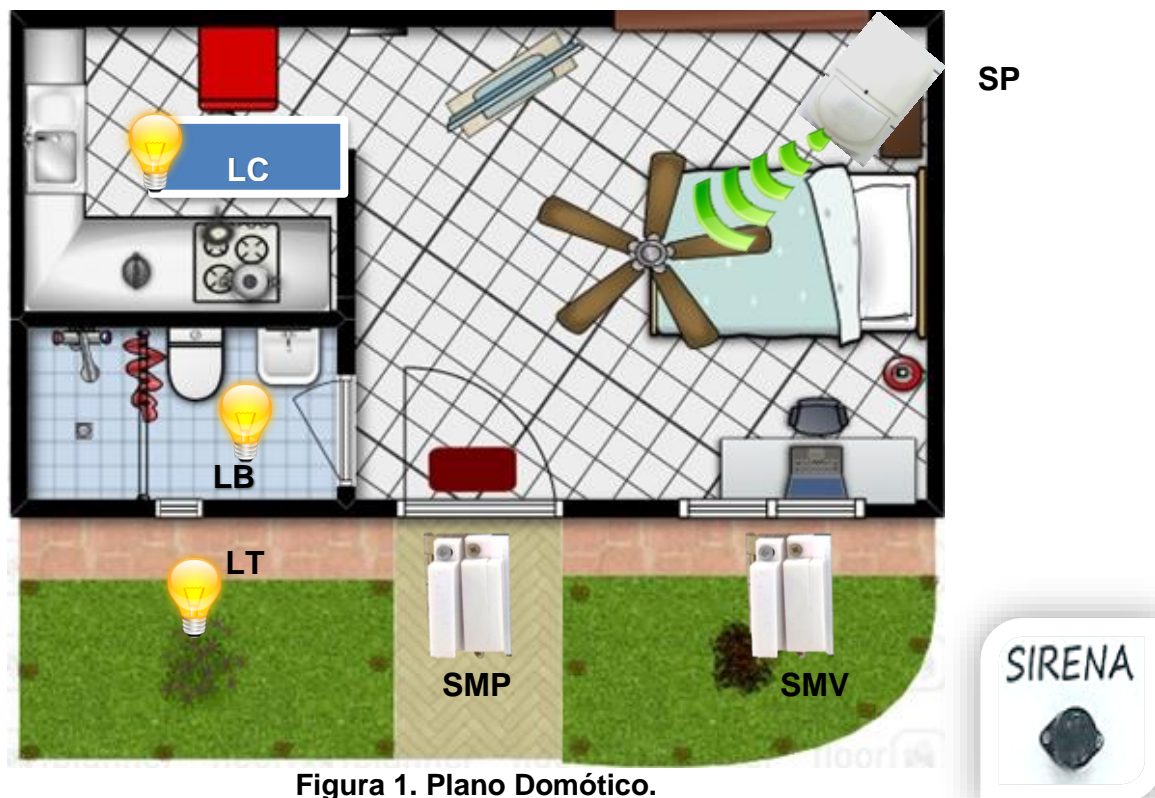


Figura 1. Plano Domótico.

- **Proceso de luces**

Las luces se podrán encender manualmente con pulsadores booleanos en Labview, pero también el usuario podrá programar el encendido a una hora deseada al igual que el apagado.

- **Proceso de alarma**

En la alarma entran en juego los sensores magnéticos y el sensor de presencia. Los sensores magnéticos servirán para el ingreso por las puertas y ventana; el sensor de presencia servirá para detectar si el ladrón ingresa por el techo de la vivienda. Al ingresar el intruso la alarma sonará.

**Armado:**

- Solo se podrá armar si la puerta y ventana están cerradas.
- Como el usuario se encuentra en el interior, el sensor de presencia no estará habilitado en ese momento
- Cuando el usuario arme la alarma, un temporizador descontará los segundos que se programó para salir de la vivienda. Al terminar los segundos, se pondrá en funcionamiento el sensor de presencia.

Desarme:

- Habrá un pulsador para el desarme de la alarma.
- Al ingresar a la vivienda por la puerta se activará la alarma pero esta no sonará aún, se iniciará un contador, que será el tiempo necesario para que el usuario desactive la alarma, si al transcurrir el tiempo el usuario no desarma la alarma, sonará la sirena anunciando que ingreso un personal no autorizado.
- Para apagar la sirena, será con el pulsador de desarmar alarma.

Señal	Tipo	Descripción
SMP	Entrada	Sensor Magnético Puerta
SMV	Entrada	Sensor Magnético Ventana
SP	Entrada	Sensor Presencia
SI	Salida	Sirena Sonora
LC	Salida	Luz Cocina
LB	Salida	Luz Baño
LT	Salida	Luz Terraza

Tabla 2. Listado de I/O del Ejercicio 4.

Usted contará con una semana para entregar los siguientes ítems:

- Diagrama de Flujo del sistema.
- El panel frontal, llamativo y de fácil uso para el usuario.
- Sistema funcionando, verificando que el código cumpla con las funciones requeridas.



7. Análisis de los Resultados

- Pregunta # 1.

- Pregunta # 2.

Diagrama



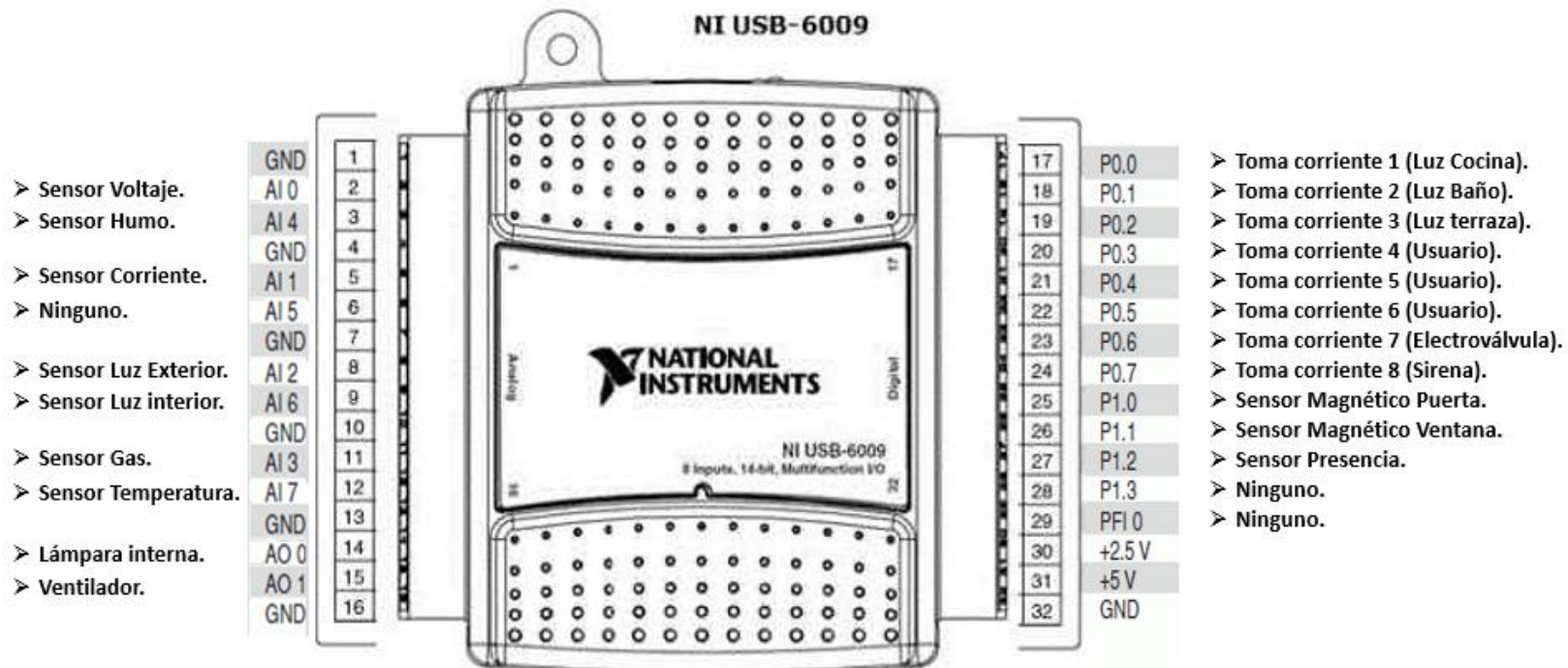
Referencias

[1] C. T. García, Instalaciones domóticas, CEYSA, 2012.

[2] lexicoon, «<http://lexicoon.org>,» [En línea]. Available:
<http://lexicoon.org/es/zumbador>. [Último acceso: 20 enero 2015].

Anexos

USB 6009 Conexiones



ANEXO C



Práctica de Laboratorio

Manejo básico de entradas y salidas
analógicas del tablero domótico



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970



 UNIVERSIDAD DE LA COSTA 1970	REPÚBLICA DE COLOMBIA UNIVERSIDAD DE LA COSTA (C.U.C) FACULTAD DE INGENIERÍA	Guía No.	I
		Formato	FT-LA-01
		Versión	V-0.1

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN

**Práctica de Laboratorio. Manejo básico de entradas y salidas
analógicas del tablero domótico**

Universidad de la Costa CUC

2015



Contenido

1. Objetivos	4
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.	4
3. Introducción.....	5
4. Referencias Teóricas	6
4.1. Sensores	6
4.2 Actuadores.....	10
5. Desarrollo de la Guía	12
5.1. Sensores humo, gas y electroválvula de gas.	13
5.2. Actuadores analógicos lámpara halógena y ventilador.	14
5.3. Sensor de luminosidad interior y temperatura.....	15
6. Aplicaciones a Realizar	16
7. Análisis de los Resultados	19
Referencias	20
Anexos	21



1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Desarrollar un VI en Labview empleando los conceptos de sensores y actuadores con el tablero domótico.

1.2. Objetivos Específicos

- Manejo de sensores analógicos con la tarjeta DAQ USB6009.
- Manejo de actuadores con la tarjeta DAQ USB6009.
- Diseñar e implementar soluciones básicas en domótica basadas en la programación de la tarjeta USB6009 de National Instruments utilizando Labview.
- Realizar las pruebas de validación y verificación de la solución de programación implementada en Labview y el tablero domótico.

2. Equipos, Herramientas, Materiales y Prerrequisitos.

Equipos	Herramientas	Materiales	Prerrequisitos
<ul style="list-style-type: none">- Computador.- Tarjeta de Adquisición USB6009.	<ul style="list-style-type: none">- Cable USB A/B (Impresora)	<ul style="list-style-type: none">-Tablero Domótico.-Encendedor (mechera)	<ul style="list-style-type: none">- Conocimientos de programación en LabVIEW fundamental- Conocimientos básicos de sistemas de adquisición de datos y sensores

Tabla 1. Equipos, herramientas y materiales



3. Introducción

El tablero domótico es una herramienta electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas domóticos tales como temperatura, humo, gas natural, señales analógicas de voltaje y corriente alterna, ON/OFF digitales.

En esta práctica de laboratorio se implementara los sensores analógicos, para corroborar su funcionamiento y cómo se relacionan con la domótica. Los sensores a utilizar son: gas, humo, luminosidad, temperatura.

Se recuerda ya haber utilizado la guía rápida de uso del tablero. La cual instruye como utilizar las entradas analógicas con la tarjeta USB6009.

4. Referencias Teóricas

4.1. Sensores

Son los encargados de captar los diferentes cambios o alteraciones que puede suceder en un entorno y después transmitirlas a una unidad de control, para así poder entenderlas y tomar las decisiones programadas.

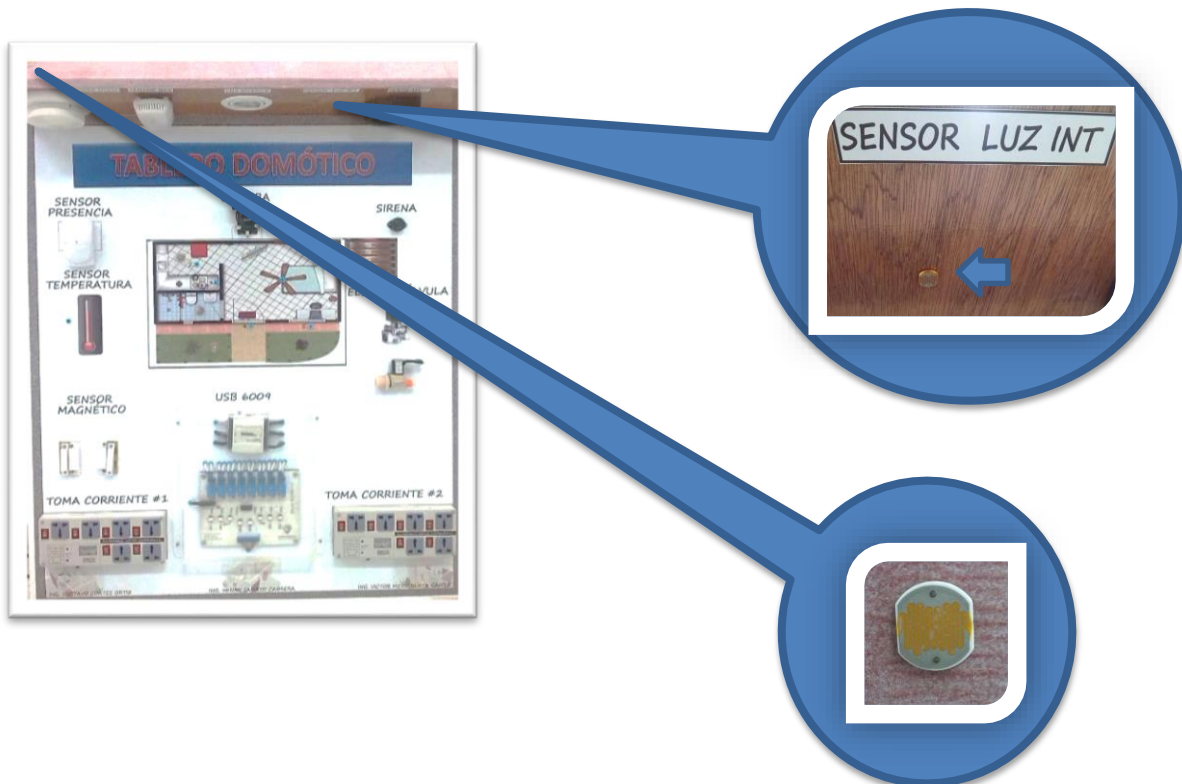
- **Sensor de Humo o de fuego:** Es el encargado de detectar en el ambiente la presencia de humo o una alta temperatura en el recinto y emite una alerta. El sensor de humo detecta la alta concentración de humo en el ambiente. hay tres tipos de sensores:
 - Óptico: alerta solamente humo visible.
 - Iónicos: alertan sobre gases, humo visible y no visible.
 - De temperatura: alerta sobre cambios elevados de temperatura [1].



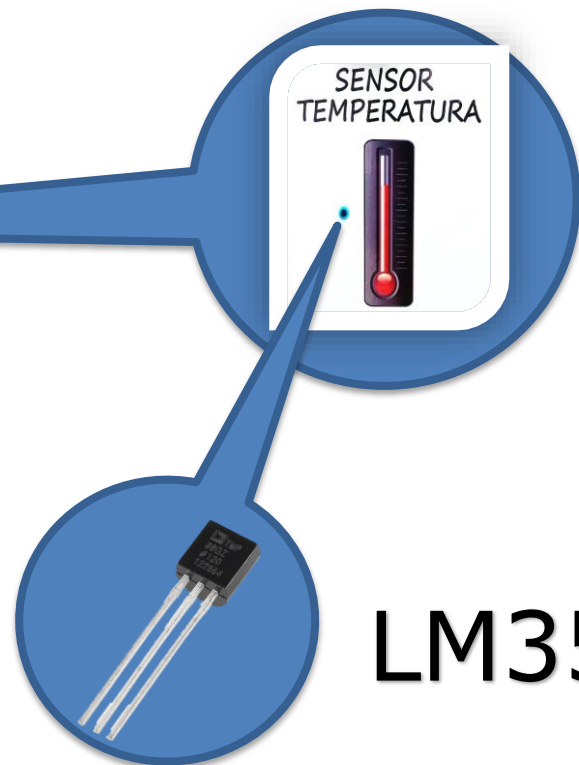
- **Sensor de gas:** Se utiliza normalmente en la cocina o en instalaciones donde haya presencia de gas para detectar fugas de la tubería o de la estufa. Por ejemplo para prevenir que se deje el suministro de la estufa abierta por un largo tiempo y esto ocasione una exposición prolongada. El sensor en su caja se debe instalar en forma vertical y a una distancia no superior a 1,5 metros del lugar que se desea supervisar y sobre todo se debe evitar que otros factores afecten la lectura, como por ejemplo fuentes de calor, corrientes de aire. Dependiendo del tipo de gas si es ligero (metano y gas natural) en la parte superior o si es pesado (butano y propano) en la parte inferior del lugar. En los anexos se encuentra el datasheet del sensor que trae internamente MQ2.



- **Sensor de luminosidad o fotoresistivo:** detecta la intensidad o el nivel de luz del interior de un recinto o del exterior variando su resistencia, a mayor intensidad de luz menor es el valor de la resistencia. Estos sensores son utilizados normalmente para el control de circuitos eléctricos, por ejemplo el encendido y el apagado de una bombilla que está situada en la terraza de una casa, cuando llegue la noche automáticamente se encienda y cuando amanezca se apague.



- **Sensor de temperatura:** son dispositivos capaces de transformar una magnitud llamada temperatura en una magnitud eléctrica. Su uso en la domótica es para control o gestión energética. El sensor LM35 es el utilizado en el tablero. La señal del sensor esta amplificada x10 veces en una etapa de amplificación por lo que hay que tener en cuenta este dato al hacer los cálculos.

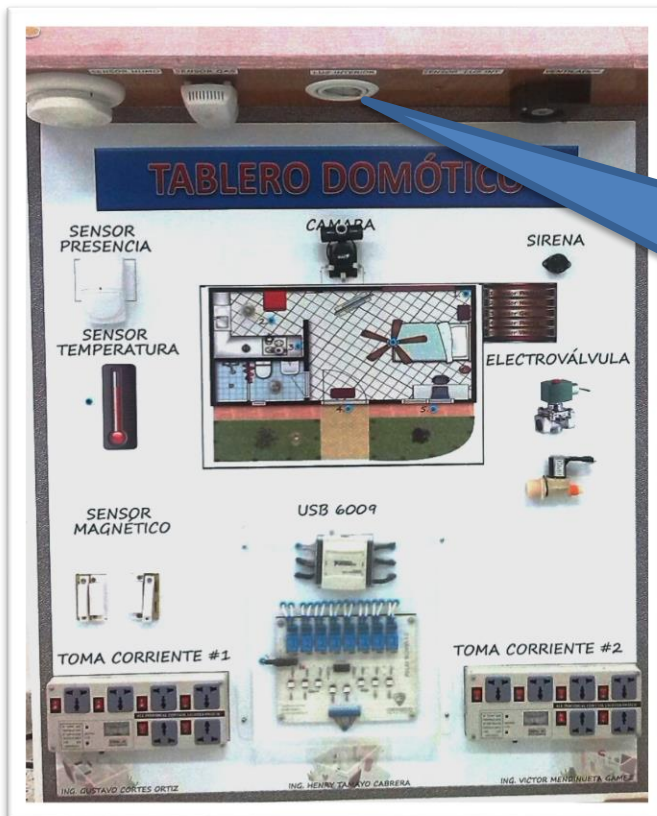


LM35

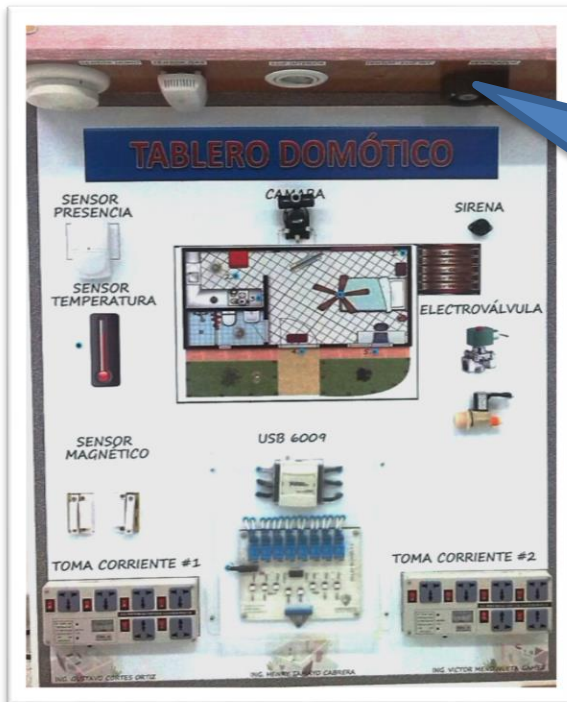
4.2 Actuadores.

Son los encargados de modificar el estado de los equipos o instalaciones. Se activan por lo general por pulsos eléctricos. Los diferentes tipos de actuadores eléctricos para esta práctica son:

- **Lámpara halógena:** “es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo)”. La lámpara está conectado a una tarjeta electrónica que controla el nivel de luminosidad con pwm desde un PIC. El PIC recibe la señal analógica de la salida de la USB6009 y dependiendo de la señal el PIC varía el ciclo de trabajo del pwm y activa un triac.



- **Ventilador:** dispositivo utilizado producir corrientes de aire, sus aplicaciones son variadas. Entre ellas, ventilar los ambientes habitados, refrescar objetos o máquinas. El ventilador está conectado a una tarjeta electrónica que controla su velocidad con pwm desde un PIC. El PIC recibe la señal analógica de la salida de la USB6009 y dependiendo de la señal el PIC varía el ciclo de trabajo del pwm.





5. Desarrollo de la Guía

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones antes de empezar la guía de laboratorio:



Revisar los planos de la consola de mando y del módulo lógico, estos planos se encuentran en la sección **Anexos**.



Revisar que cuente con todo el hardware y software necesario para el buen desarrollo de la guía.



Antes de empezar el cableado de los equipos desconecte la alimentación del entrenador utilizando el interruptor principal.

Tenga en cuenta las siguientes consideraciones cuando esté desarrollando la guía de laboratorio



El cableado del entrenador debe estar organizado. De esta manera, si llegase a presentarse un error en el circuito, podrá ser identificado fácilmente.



Para el buen desarrollo de los ejercicios y ejemplos de esta guía, deberá crear un nuevo proyecto y realizar la configuración del mismo.



Los equipos del tablero (sensores o relés) se encuentran conectados a las Entradas y Salidas de la tarjeta USB6009, tenga esto en cuenta para el direccionamiento en el programa. Ver anexo 2



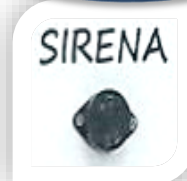
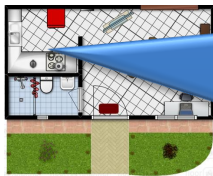
Ejemplo: Si utiliza el sensor de presencia, este se encuentra en el puerto 1 y pin 2 del módulo de entradas, en el programa se debe asignar dicho sensor a la dirección (P1.2).



Tenga cuidado al encender fuego para producir humo. Para el gas use la mechera y deje salir el gas sin encenderla.

5.1. Sensores humo, gas y electroválvula de gas.

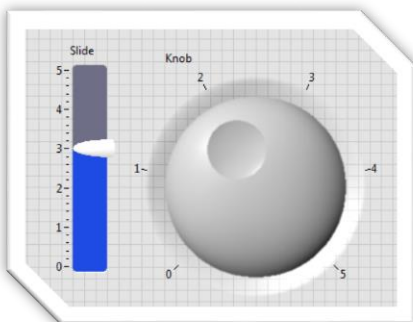
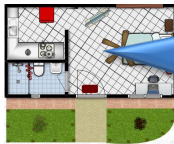
- **Ejercicio #1:** Se necesita diseñar un VI de una alarma que active una sirena cuando el nivel de gas o humo estén elevados. Además el estado inicial de la electroválvula se encontrara activa pasando gas y al activarse la alarma se desactiva y cierra.
- **Nota:** el sensor de humo trae interno un buzzer, el tablero toma la señal del buzzer. La señal que envía el buzzer viene con frecuencia, así que debe saber que implementar pasa usar esa señal para que sirva para activar la sirena.



Pregunta #1. Explique donde serían los lugares de instalación para cada sensor, ya que dependiendo el tipo de gas puede cambiar.

5.2. Actuadores analógicos lámpara halógena y ventilador.

- **Ejercicio #2:** Se necesita diseñar un VI que contenga las siguientes características:
 - Poder cambiar el nivel de luminosidad de la habitación.
 - Poder cambiar la velocidad del ventilador
- En el VI colocar los controles numéricos mostrados abajo.



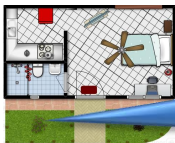
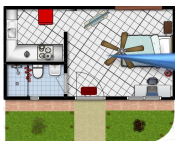
Control Numérico



Pregunta #2. Mencione las ventajas tecnológicas de los dimmer existentes en el mercado en cuanto a iluminación led.

5.3. Sensor de luminosidad interior y temperatura.

- **Ejercicio #3:** Se necesita diseñar un VI que contenga las siguientes características:
 - Active la iluminaria de la terraza cuando el nivel de luminosidad del sensor de luz exterior muestre oscuridad.
 - Desactivar la iluminaria de la terraza en el caso contrario.
 - Controle el ventilador dependiendo la temperatura:
 - Maneje una escala de 20 a 30 grados donde 20 grados sea velocidad 0 y gradualmente va aumentando la velocidad a medida q aumenta la temperatura, donde 30° será la velocidad máxima.
- Usted cuenta con sensor de luz, de temperatura y con la iluminaria de la terraza, *Ver conexión con la USB6009.*

**Fotocelda**

6. Aplicaciones a Realizar

Un reconocido personaje de la farándula desea controlar de forma automática el encendido de sus luces, cargas y tener una alarma sonora contra ladrones, y emergencias en cuanto a fugas de gases y humo. Usted deberá desarrollar la lógica de control en Labview teniendo en cuenta los siguientes requisitos que el cliente ha solicitado:

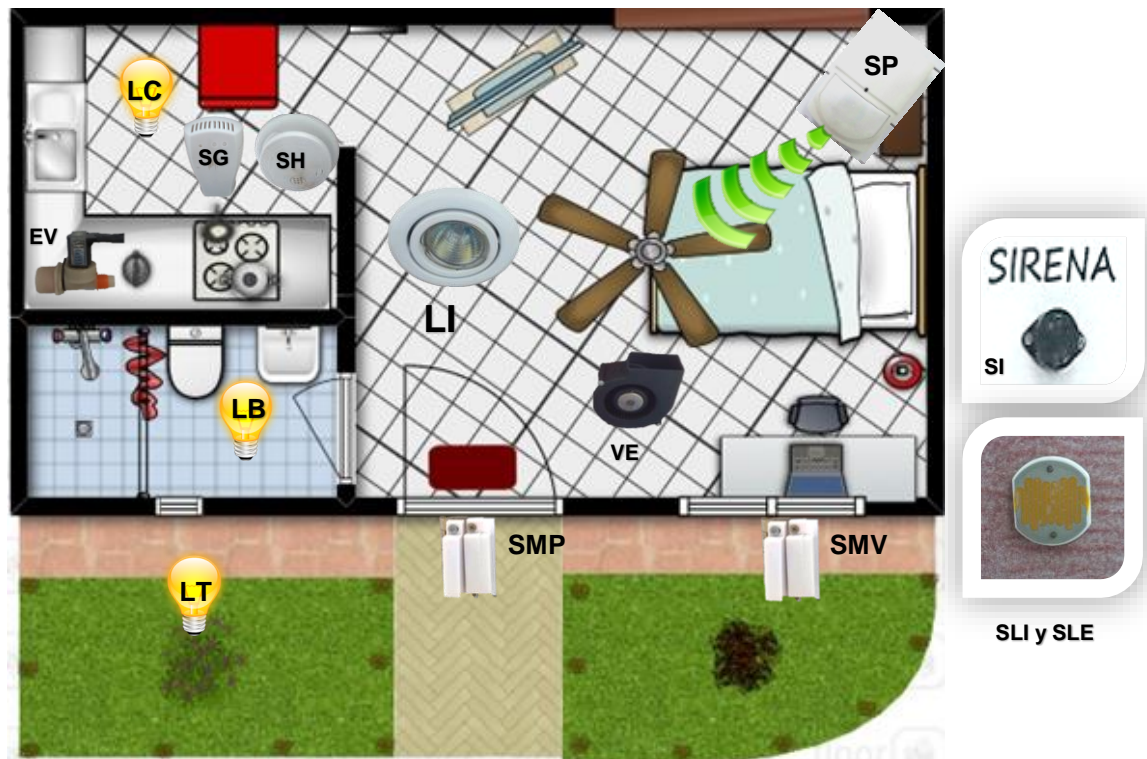


Figura 1. Plano Domótico.

- **Proceso de luces**

- ❖ Las luces (**LC-LB**) se podrán encender manualmente con pulsadores booleanos en Labview, pero también el usuario podrá programar el encendido a una hora deseada al igual que el apagado.
- ❖ La luz de la terraza (**LT**) se encenderá y apagará con la fotocelda exterior (**SLE**).
- ❖ La luz interior (**LI**) solo se encenderá cuando el sensor de presencia (**SP**) detecte personas y la fotocelda interior (**SLI**) muestre un nivel de oscuridad. Adicionalmente el usuario quiere variar el nivel de intensidad de la luz.



- **Proceso de alarma**

En la alarma entran en juego los sensores magnéticos y el sensor de presencia. Los sensores magnéticos servirán para el ingreso por las puertas y ventana; el sensor de presencia servirá para detectar si el ladrón ingresa por el techo de la vivienda. Al ingresar el intruso la alarma sonará.

Armado:

- ❖ Solo se podrá armar si la puerta y ventana están cerradas.
- ❖ Como el usuario se encuentra en el interior, el sensor de presencia no estará habilitado en ese momento
- ❖ Cuando el usuario arme la alarma, un temporizador descontará los segundos que se programó para salir de la vivienda. Al terminar los segundos, se pondrá en funcionamiento el sensor de presencia.

Desarme:

- ❖ Habrá un pulsador para el desarme de la alarma.
- ❖ Al ingresar a la vivienda por la puerta se activará la alarma pero esta no sonará aún, se iniciará un contador, que será el tiempo necesario para que el usuario desactive la alarma, si al transcurrir el tiempo el usuario no desarma la alarma, sonará la sirena anunciando que ingreso un personal no autorizado.
- ❖ Para apagar la sirena, será con el pulsador de desarmar alarma.

- **Alarma Técnica**

- Esta alarma se activará cuando el sensor de humo (**SH**) o el sensor de gas (**SG**) detecten sus respectivas magnitudes y sonará la sirena.
- La electroválvula de gas (**EV**) se desactivará y cerrará el flujo de gas.

- **Control del ventilador**

- Controle el ventilador dependiendo la temperatura.
 - **Modo Automático:** Maneje una escala de 20 a 30 grados donde 20 grados sea velocidad 0 y gradualmente va aumentando la velocidad a medida que aumenta la temperatura, donde 30° será la velocidad máxima.
 - **Modo Manual:** el usuario pueda manejar la velocidad del ventilador a su gusto.



Señal	Tipo	Descripción
SMP	Entrada	Sensor Magnético Puerta
SMV	Entrada	Sensor Magnético Ventana
SP	Entrada	Sensor Presencia
SG	Entrada	Sensor Gas
SH	Entrada	Sensor Humo
ST	Entrada	Sensor Temperatura
SLI	Entrada	Sensor Luz Interno
SLE	Entrada	Sensor Luz Externo
EV	Salida	Electroválvula de Gas
SI	Salida	Sirena Sonora
LI	Salida	Luz Interna Habitación
LC	Salida	Luz Cocina
LB	Salida	Luz Baño
LT	Salida	Luz Terraza

Tabla 2. Listado de I/O.

Usted contará con una semana para entregar los siguientes ítems:

- Diagrama de Flujo del sistema.
- El panel frontal, llamativo y de fácil uso para el usuario.
- Sistema funcionando, verificando que el código cumpla con las funciones requeridas.

Contará con un mes para hacer la parte final de la aplicación a realizar.



7. Análisis de los Resultados

- Pregunta # 1.

- Pregunta # 2.

Diagrama

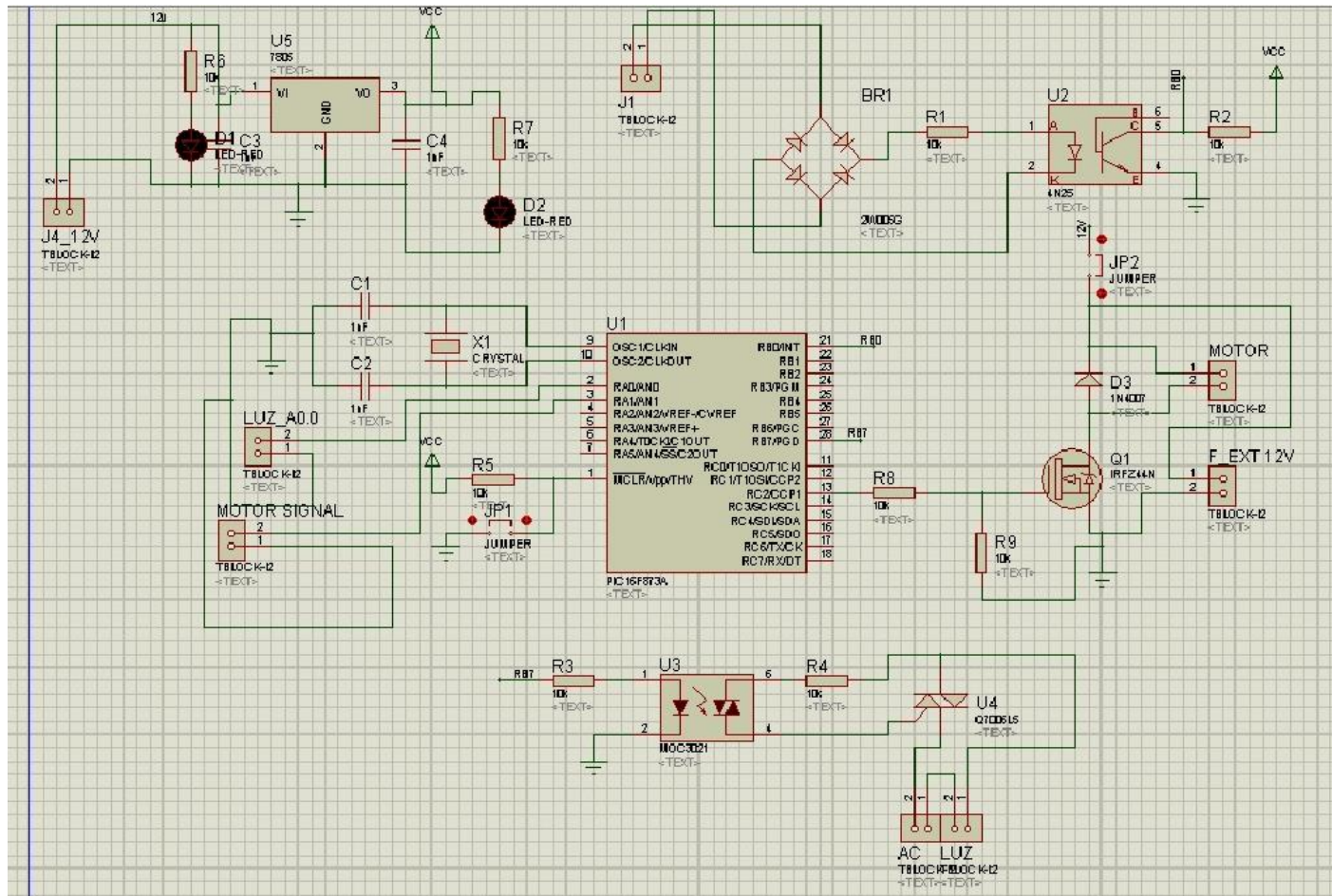


Referencias

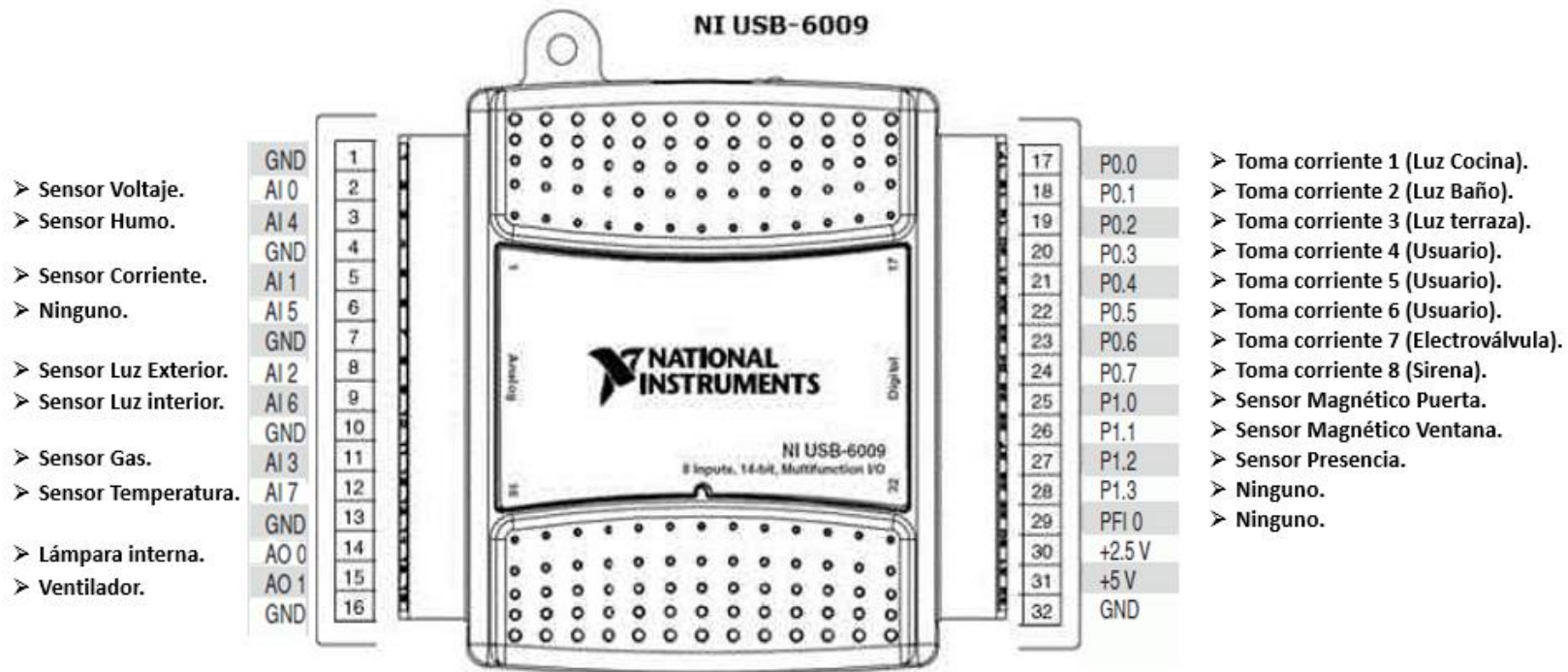
[1] C. T. García, Instalaciones domóticas, CEYSA, 2012.

Anexos

Tarjeta de Control y potencia de la iluminaria y ventilación



USB 6009 Conexiones



TECHNICAL DATA

MQ-2 GAS SENSOR

FEATURES

Wide detecting scope
Stable and long life

Fast response and High sensitivity
Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, i-butane, propane, methane ,alcohol, Hydrogen, smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V_c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V_H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R_L	Load resistance	can adjust	
R_H	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P_H	Heating consumption	less than 800mw	

B. Environment condition

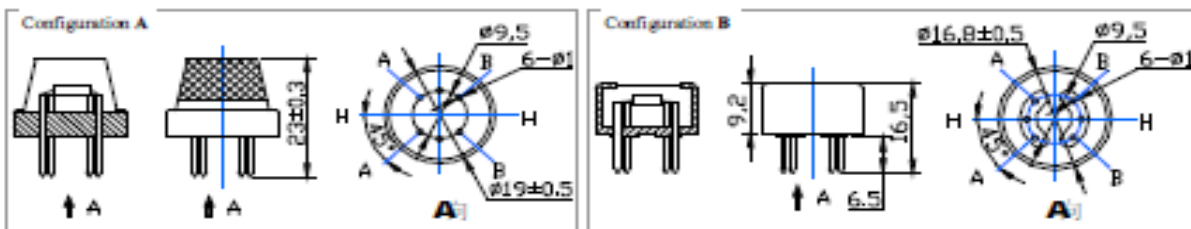
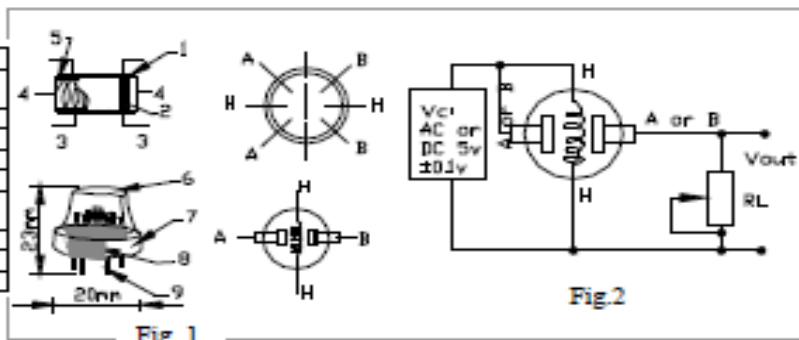
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T_{ao}	Using Tem	-20℃-50℃	
T_{as}	Storage Tem	-20℃-70℃	
R_H	Related humidity	less than 95%Rh	
O_2	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R_s	Sensing Resistance	3K Ω -30K Ω (1000ppm iso-butane)	Detecting concentration scope: 200ppm-5000ppm LPG and propane 300ppm-5000ppm butane 5000ppm-20000ppm methane 300ppm-5000ppm H ₂ 100ppm-2000ppm Alcohol
α (3000/1000) isobutane	Concentration Slope rate	≤ 0.6	
Standard Detecting Condition	Temp: 20 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ V_c :5V \pm 0.1 Humidity: 65% \pm 5% V_h : 5V \pm 0.1		
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO ₂
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni



Structure and configuration of MQ-2 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a

crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-2 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

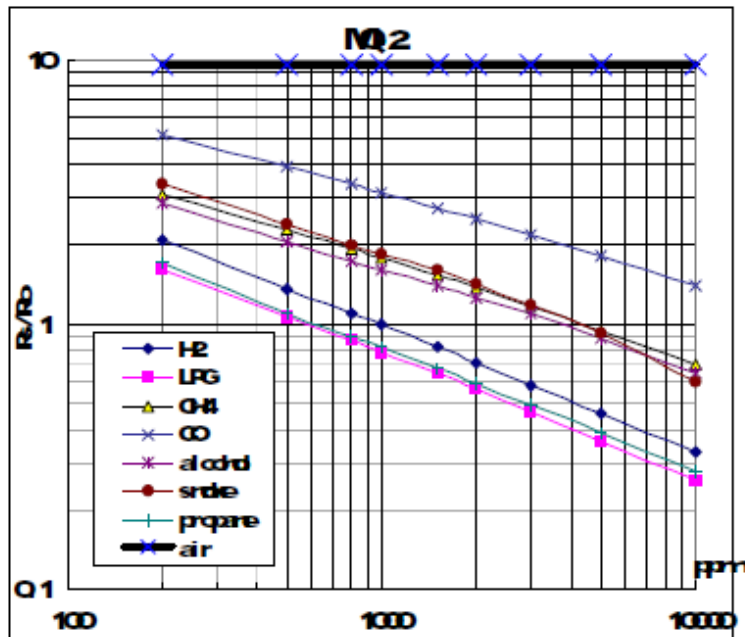


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-2

Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-2 for several gases.

in their: Temp: 20°C,
Humidity: 65%,
O₂ concentration 21%
RL=5kΩ

R₀: sensor resistance at 1000ppm of H₂ in the clean air.

R_s: sensor resistance at various concentrations of gases.

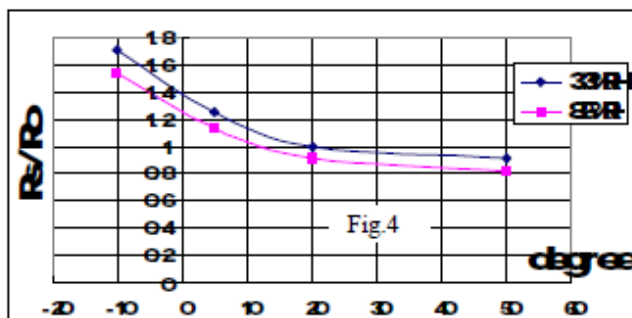


Fig.4 shows the typical dependence of the MQ-2 on temperature and humidity.

R₀: sensor resistance at 1000ppm of H₂ in air at 33%RH and 20 degree.

R_s: sensor resistance at 1000ppm of H₂ at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-2 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm liquified petroleum gas<LPG>, or 1000ppm iso-butane< i-C₄H₁₀> concentration in air and use value of Load resistance that(R_L) about 20 KΩ (5KΩ to 47 KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.